

## ما العلاقة بين الثعابين وسكك الحديد؟



يعتقد معظم الناس أن الثعابين لا تسمع لأنها لا أذن لها، وأنها تستخدم حاستي البصر والشم لتعرف مكان وجود فريستها. وفي الحقيقة، فإنه على الرغم من عدم وجود آذان خارجية للثعابين إلا أن عضو السمع في الثعابين بسيط وإن كانت آلية عمله معقدة؛ فللثعابين أذن داخلية متطورة جداً، ولها طريقة متخصصة لإرسال إشارات عصبية لهذه الأذن. وكما نعلم، فإن الصوت ينتقل على شكل موجات في المادة، ويولد ذبذبات عند انتقاله عبر المادة في حالاتها الثلاث الشائعة (الصلبة، والسائلة، والغازية)، ويكون انتقاله في المادة الصلبة أسرع مما في السوائل، والغازات على الترتيب، وأفضل مثال على ذلك السكك الحديدية؛ حيث يمكنك سماع صوت قدوم القطار عند وضع أذنك على قضبان السكك الحديدية قبل أن تسمع صوته وأنت واقف.

وهذا يشبه تماماً طريقة سماع الثعابين؛ فهي تلتقط الذبذبات المنتشرة في الأرض بفكيها وعظامها. وقد قام باحثون من جامعتي كنساس وميونخ بدراسة أثبتوا خلالها قدرة عظام فكي الثعبان على تحديد اتجاه مصدر الصوت؛ حيث يمكنها رسم خريطة ذهنية توجهها إلى موقع فريستها، وهو ما يشبه إلى حد كبير ما تقوم به الخفافيش في تحديد الموقع من صدى الصوت.

## مشاريع الوحدة

ارجع إلى المواقع للبحث عن فكرة أو موضوع يمكن أن يكون مشروعاً تنفذه.  
ومن المشاريع المقترحة:

- التاريخ اكتب حول حياة العالم جيمس واط وإسهاماته العلمية.
- المهن ابحث حول مهنة الهندسة الميكانيكية، وأهميتها في حياتنا اليومية.
- النماذج صمّم نموذجاً يوضح آلية عمل العين مستخدماً صندوقاً معتماً ومصدرًا ضوئياً.

البحث عبر

الشبكة الإلكترونية **المحرك البخاري** استقصاء حول آلية عمل المحرك البخاري وأجزائه.



## الفكرة العامة

تنتقل الطاقة الحرارية من مناطق ذات درجات حرارة أعلى إلى مناطق ذات درجات حرارة أقل.

## الدرس الأول

### درجة الحرارة

الفكرة الرئيسية تتحرك الجزيئات والذرات في جسم ما في جميع الاتجاهات وبسرعات مختلفة.

## الدرس الثاني

### انتقال الحرارة

الفكرة الرئيسية تنتقل الطاقة الحرارية عن طريق التوصيل أو الحمل أو الإشعاع.

## الدرس الثالث

### المحركات والثلاجات

الفكرة الرئيسية تحول المحركات الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. وتنقل الثلاجات الطاقة الحرارية من داخل الثلاجة إلى خارجها.

# الطاقة الحرارية

## الأسرع نحو خط النهاية

لكي تصل سيارة السباق إلى سرعة كبيرة في مسافة قصيرة جداً فإنها لا تعتمد على التصميم الانسيابي لهيكلها الخارجي فقط، بل يعمل محركها على تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود إلى طاقة ميكانيكية تدفع السيارة في مضمار السباق.

دفتر العلوم صف خمسة أعمال تقوم بها تجعلك تشعر بالدفء أو البرودة.

القفز في الماء - خلع المعطف وارتدائه - القفز لأعلى ولأسفل - الوقوف بجانب مدفأة - الحركة السريعة واللعب والجري

# نشاطات تمهيدية

## المطويات

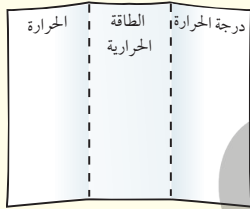
**الطاقة الحرارية** اعمل المطوية التالية لتساعدك على تحديد العلاقات بين درجة الحرارة والحرارة والطاقة الحرارية.

منظمات الأفكار

**الخطوة ١** اثن ورقة مرتين، كما هو مبين.



**الخطوة ٢** دَوِّر الورقة أفقيًا، وافتح جانبيها المطويين، وارسم ثلاثة أعمدة، ثم اكتب عناوينها، كما هو موضح في الشكل.



**الأفكار الرئيسة** قبل قراءتك للفصل، اكتب ما تعرفه عن كل من درجة الحرارة والطاقة الحرارية والحرارة، في المكان المخصص في المطوية. وفي أثناء قراءتك قم بتعديل ما يلزم، أو أضف المزيد، واكتب ما تعلمته عن العلاقة بين الحرارة والطاقة الحرارية على ظهر المطوية.

## تجربة استهلالية

### قياس درجة الحرارة

عندما تضع كأسًا تحوي ثلجاً مكعباً فوق سطح طاولة وتتركها فإن مكعبات الثلج سرعان ما تنصهر، ثم ترتفع درجة حرارة الماء الناتج. ما المقصود بدرجة الحرارة؟ ولماذا ارتفعت درجة حرارة الماء؟ سوف تستكشف في هذه التجربة إحدى طرائق تحديد درجة الحرارة.

١. أحضر ثلاثة أحواض بلاستيكية صغيرة. املاً الأول بماء فاتر، والثاني بماء بارد وثلج مجروش، والثالث بماء صنبور ساخن بعض الشيء (ماء السخان)، وضع علامة على كل حوض. تحذير: احرص ألا يكون الماء ساخنًا جدًا بحيث يمكن أن تغمر فيه يدك دون أن يؤذيكَ. استشر معلمك قبل التجربة.

٢. ضع إحدى يديك في الماء الساخن مدة دقيقة واحدة، ثم ارفعها وضعها في الماء الفاتر. هل تحس بالدفء أم بالبرودة عند وضع يدك في الماء الفاتر؟

٣. ضع يدك الآن في الماء البارد مدة دقيقة واحدة، ثم ارفعها وضعها في الماء الفاتر. هل تشعر بالدفء أم بالبرودة عند وضع يدك في الماء الفاتر؟

٤. **التفكير الناقد** اكتب فقرة في دفتر العلوم تناقش فيها مدى إمكانية استعمال حاسة اللمس لديك لتكون مقياسًا لدرجة الحرارة.

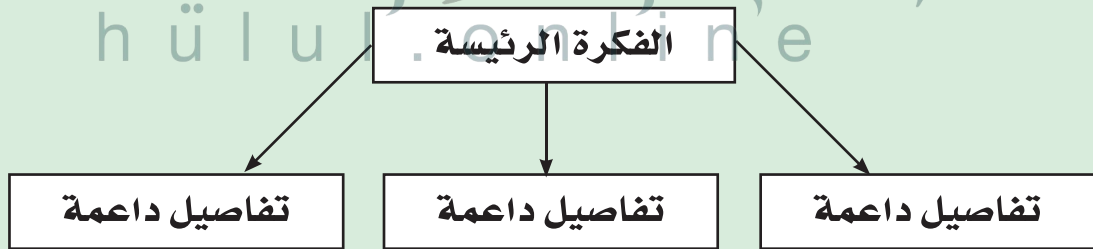
# أتهياً للقراءة

## تحديد الفكرة الرئيسية

١ **أتعلم** الأفكار الرئيسية هي الأفكار الأكثر أهمية في الفقرة أو الدرس أو الفصل، أما التوضيحات الداعمة فهي حقائق أو أمثلة توضّح الفكرة الرئيسية. يمكنك فهم الأفكار الرئيسية من خلال استيعاب الموضوع وتكوين صورة كاملة عنه.

٢ **أدرب** اقرأ الفقرة التالية، ثم استخدم المنظم التخطيطي أدناه لتبين الفكرة الرئيسية والتوضيحات الداعمة لها.

عندما تقوم بتسخين إبريق ماء على الموقد فإن الطاقة الحرارية تنتقل خلال الماء بطريقة ثلاثية غير الإشعاع والتوصيل. ففي السوائل والغازات تتحرك الذرات والجزيئات بحرية أكبر مما في المواد الصلبة. ونتيجة لذلك تنتقل هذه الجزيئات من مكان إلى آخر حاملة معها طاقتها الحرارية. ويسمى هذا الانتقال للطاقة الحرارية من خلال حركة الذرات أو الجزيئات من مكان إلى آخر داخل المادة الحمل.



٣ **أطبّق** اختر فقرة من درس آخر من هذا الفصل، واستخدم المنظم التخطيطي أعلاه لتبين الفكرة الرئيسية والتوضيحات الداعمة لها.

## إرشاد

تكون الفكرة الرئيسة في بداية الفقرة غالباً وليس دائماً.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يلي:

#### ١ قبل قراءة الفصل أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

#### ٢ بعد قراءة الفصل ارجع إلى هذه الصفحة لترى ما إذا كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. تعتمد درجة حرارة المادة على الطاقة الحركية لجزيئاتها.	
	٢. تعمل المحركات الحرارية على تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.	
	٣. لا يمكن أن يكون للجسم درجة حرارة أقل من صفر على التدرج السلسيوس.	
	٤. يبرد غاز التبريد في الثلاجة أكثر عند زيادة ضغطه.	
	٥. الموصل هو أي مادة تنتقل الطاقة الحرارية بسهولة خلالها.	
	٦. تولد المحركات طاقة.	
	٧. تصل الطاقة الحرارية الصادرة عن الشمس إلى الأرض عن طريق التوصيل عبر الفضاء.	
	٨. يعمل محرك السيارة على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية.	
	٩. تنتقل الطاقة الحرارية دائماً من الجسم الأبرد إلى الجسم الأسخن.	



# درجة الحرارة

## درجة الحرارة والطاقة الحرارية

بم تشعر عندما تنزل في بركة سباحة في يوم حار؟ سوف تشعر بالبرودة للوهلة الأولى. أما صديقك الذي قضى بضع دقائق في الماء فسوف يخبرك أن الماء دافئ. عندما تسبح في الماء، أو تلمس مقلاة ساخنة أو تشرب عصيرًا باردًا فإن حاسة اللمس لديك تخبرك أن هذا ساخن وذاك بارد. ولكن الكلمات (بارد ودافئ وساخن) لها مستويات تختلف من شخص إلى آخر، كما تختلف بحسب الشيء الذي نصفه؛ فالشاي البارد مثلاً ليس كالماء البارد وهكذا.

درست سابقاً أن الاحساس بسخونة جسم أو برودته يرتبط مع درجة حرارته وهي متوسط الطاقة الحركية للجزيئات المكونة للجسم. وتزداد درجة الحرارة بزيادة طاقة حركة الجزيئات. كذلك ترتبط درجة حرارة الجسم مع متوسط الطاقة الحركية لجزيئاته في أثناء حركتها وبما أن لهذه الجزيئات طاقة وضع أيضاً فإن مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع جزيئات الجسم تسمى **الطاقة الحرارية** Thermal Energy.

**التمدد الحراري** لم تنتج الشقوق في الأسفلت في الشكل ١ عن زلزال، بل عن الطقس الحار! لقد تمدد الأسفلت بسبب ارتفاع درجة حرارة الجو حتى تشقق. فعند ارتفاع درجة حرارة جسم تزداد سرعة جزيئاته ويتباعد بعضها عن بعض، مما يؤدي إلى تمدد الجسم. أما عندما يبرد الجسم فتقل سرعة جزيئاته، ويتقارب بعضها من بعض، فيتقلص الجسم أو ينكمش.

تتمدد أغلب الأجسام بالحرارة، وتقلص بالبرودة. ويعتمد مقدار تمددها أو تقلصها على نوع مادة الجسم، وعلى مقدار التغير في درجة حرارته. فالسوائل مثلاً تتمدد

## ففيه هذا الدرس

### الأهداف

- توضيح كيف ترتبط درجة الحرارة مع الطاقة الحرارية.
- تصف ثلاثة مقاييس تستخدم لقياس درجة الحرارة.
- تعرف الطاقة الحرارية.

### الأهمية

- انتقال الطاقة الحرارية من جسمك أو إليه يشعرك بالبرودة أو الدفء أو اعتدال الحرارة.

### مراجعة المفردات

الطاقة الحركية: طاقة للجسم المتحرك، تزداد بزيادة سرعته.

### المفردات الجديدة

- الطاقة الحرارية



**الشكل ١** تتمدد معظم الأجسام عندما ترتفع درجة حرارتها، وقد تمدد هذا الأسفلت في يوم حار وتباعدت جزيئاته مما أدى إلى تشققه.

عادةً أكثر من تمدد المواد الصلبة. وكلما زاد التغير في درجات الحرارة زاد مقدار التمدد أو التقلص.

عندما تزداد درجة حرارة جسم ما تزداد سرعة جزيئاته ويتسع مدى حركته

لماذا تتمدد المواد عندما تزداد درجة حرارتها؟

ماذا قرأت؟

## قياس درجة الحرارة

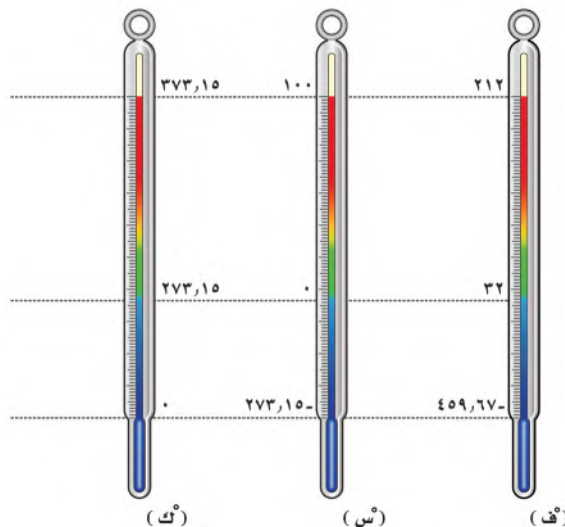
تعتمد درجة حرارة جسم ما على متوسط الطاقة الحركية لجميع جزيئاته. وبسبب الصغر المتناهي للجزيئات واحتواء الجسم على أعداد كبيرة جدًا منها فإن قياس الطاقة الحركية لكل جزيء بمفرده عملية مستحيلة حتى الآن.

يعد استخدام مقياس الحرارة أكثر الطرائق العملية لقياس درجة الحرارة؛ إذ يعتمد عمل مقياس الحرارة على تمدد وتقلص المواد. وأكثر المقاييس شيوعًا ذلك الذي يتكون من أنبوب زجاجي يحوي سائلًا وخاصة الزئبق؛ حيث يتمدد الزئبق عند ارتفاع درجة الحرارة، فيتغير ارتفاع عمود السائل في الأنبوب تبعًا لتغير درجة الحرارة.

**مقاييس درجات الحرارة** يوضع تدريج على مقياس الحرارة لتمكين من التعبير عن درجة الحرارة باستخدام الأرقام. ويبين الشكل ٢ أكثر المقاييس استخدامًا، وهي المقياس الفهرنهايتي والمقياس السلسيوس.

فعلى المقياس الفهرنهايتي تكون درجة تجمد الماء  $32^{\circ}\text{F}$ ، ودرجة غليانه  $212^{\circ}\text{F}$ ، وتم تقسيم المسافة بين درجتَي التجمد والغليان إلى ١٨٠ جزءًا متساوية. أما على المقياس السلسيوس فتكون درجة تجمد الماء  $0^{\circ}\text{C}$ ، ودرجة غليانه  $100^{\circ}\text{C}$ . وقد تم تقسيم المسافة بين درجتَي تجمد الماء وغليانه إلى ١٠٠ جزء متساوية، لذلك فالدرجة السلسيوس الواحدة أكبر من الدرجة الفهرنهايتية الواحدة. وعلى الرغم من شيوع استخدام المقياس السلسيوس، إلا أن بعض الدول لا تزال تستخدم المقياس الفهرنهايتي.

**الشكل ٢** تستخدم مقاييس الحرارة الشائعة ومنها المقياس السلسيوس والمقياس الفهرنهايتي في قياس درجة الحرارة.



**مقياس الكلفن (المطلق)** يستخدم أحياناً مقياس ثالث لقياس درجة الحرارة يسمى مقياس كلفن؛ حيث يمثل الصفر على هذا المقياس أقل درجة حرارة يمكن للأجسام أن تقترب منها، وتعرف بالصفر المطلق. ووفقاً لمقياس كلفن (المطلق) فإن درجة تجمد الماء هي ٢٧٣° ك ودرجة غليانه ٣٧٣° ك وقد تم تقسيم المسافة بين درجتَي التجمد والغليان إلى ١٠٠ جزء متساوية، وتساوي الدرجة الواحدة على مقياس كلفن مقدار درجة سلسيوس واحدة. ويمكن تحويل درجات الحرارة من المقياس السلسيوس إلى مقياس الكلفن بإضافة ٢٧٣ إلى درجة الحرارة في النظام السلسيوس.

$$K = S + 273$$

**تحويل درجات الحرارة بين النظامين الفهرنهايتي والسلسيوس** يمكنك تحويل درجات الحرارة من المقياس السلسيوس إلى المقياس الفهرنهايتي أو العكس باستخدام المعادلتين التاليتين.

#### معادلتا تحويل درجات الحرارة

للتحويل من المقياس الفهرنهايتي إلى المقياس السلسيوس:

$$S = \left( \frac{5}{9} \right) (F - 32)$$

للتحويل من المقياس السلسيوس إلى المقياس الفهرنهايتي:

$$F = \left( \frac{9}{5} \right) (S) + 32$$

فمثلاً، لتحويل درجة الحرارة ٦٨° ف إلى النظام السلسيوس؛ أولاً نطرح ٣٢ من الرقم ٦٨، ثم نضرب الناتج في ٥ ونقسمه على ٩، فتكون النتيجة ٢٠° س.

h ü l u l . o n l i n e

ج1: درجة الحرارة هي متوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة والطاقة الحرارية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع جسيمات المادة

ج2: درجة الحرارة على تدرج كلفن هي الرقم الأكبر دوماً؛ لأنها دوماً ناتجة عن إضافة الرقم 273 إلى قيمة درجة الحرارة في التدرج السيليزي

ج1: المعطيات: درجة الحرارة بالفهرنهايت = 98.6 °ف  
المطلوب: درجة الحرارة على المقياس السيليزي (°س)  
الحل: عوض بالمعطيات في المعادلة  
 $س = (9/5) (ف - 32) = 37$  س

ج2: المعطيات: درجة الحرارة بالسيليزيوس = 57 س  
المطلوب: درجة الحرارة على المقياس الفهرنايتي  
الحل: أعوض بالمعطيات في المعادلة:  
 $ف = (5/9) (س + 32) = 134.6$  °ف

٤ التحقق من الحل

اضرب الجواب

درجة الحرارة المعطاة بالفهرنهايت.

### مسائل تدريبية

١. قام طالب بقياس درجة حرارة جسمه فكانت ٩٨, ٦ °ف. ما قيمة هذه الدرجة على المقياس السلسيوس؟
٢. سجلت درجة الحرارة ٥٧ °س في صحراء في يوم صيفي حار. ما قيمة هذه الدرجة على المقياس الفهرنايتي؟

### مراجعة ١ الدرس

#### اختبر نفسك

١. وضح الفرق بين درجة الحرارة والطاقة الحرارية، وبين كيف ترتبطان معاً؟
٢. حدد أي درجتَي الحرارة تكون أكبر دائماً: درجة حرارة الجسم على المقياس السلسيوس، أم درجة حرارته على مقياس الكلفن؟
٣. وضح العلاقة بين الطاقة الحرارية والطاقة الحركية.
٤. التفكير الناقد وضح كيف يُستخدم مقياس الحرارة التمدد الحراري لمادة ما في قياس درجة الحرارة؟

#### تطبيق الرياضيات

٥. تحويل درجة الحرارة ينضج الدجاج عند وضعه في الفرن ووصول درجة حرارته الداخلية إلى ١٨٠ °ف. حوّل هذه الدرجة إلى المقياس السلسيوس وإلى مقياس الكلفن.

ج3: الطاقة الحرارية للمادة هي مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع جزيئاتها وتزداد الطاقة الحرارية بزيادة الطاقة الحركية للجزيئات

ج4: عندما تزداد درجة الحرارة تتحرك جزيئات المادة أسرع مما يؤدي إلى تمدد المادة ونتيجة لذلك فإن مقدار التمدد يرتبط مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة

ج5:  $س = (9/5) (ف - 32) = 82.2$  س  
 $ك = س + 273 = 355.2$  ك



# انتقال الحرارة

## طرائق انتقال الحرارة

تنتقل الطاقة الحرارية من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد دائماً، ولا يمكن أن تنتقل الطاقة الحرارية في الاتجاه المعاكس. ويفقد الجسم الأسخن طاقة حرارية، فتقل درجة حرارته، في حين يكتسب الجسم الأبرد طاقة حرارية تؤدي إلى رفع درجة حرارته، انظر الشكل ٣. ويمكن أن تحدث عملية نقل الطاقة الحرارية هذه بثلاث طرائق، هي: التوصيل أو الإشعاع أو الحمل.

## التوصيل

عندما تأكل فطيرة ساخنة فإنك تختبر ظاهرة التوصيل الحراري. فعندما تلامس الفطيرة الساخنة فمك تنتقل الطاقة الحرارية منها إلى فمك. ويسمى انتقال الطاقة الحرارية عن طريق التلامس المباشر **التوصيل** Conduction. يحدث التوصيل الحراري عندما تتصادم جزيئات مادة ما مع الجزيئات المجاورة لها. عندما تضع مكعباً من الثلج على راحة يدك، كما في الشكل ٤، فإن الجزيئات المتحركة بسرعة في جلد يدك تتصادم مع جزيئات الماء المتحركة ببطء في مكعب الثلج، فتنتقل الطاقة الحرارية



الشكل ٣ تنتقل الطاقة الحرارية بين جسمين إذا اختلفا في درجتي حرارتهما، وتنتقل من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد دائماً.

## في هذا الدرس

### الأهداف

- **تصف** ثلاث طرائق تنتقل بها الطاقة الحرارية.
- **تمييز** المواد الموصلة والمواد العازلة.

### الأهمية

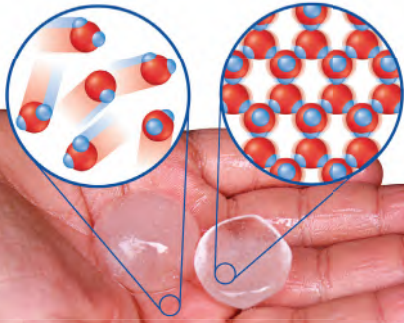
- تتمكن من السيطرة على عملية انتقال الطاقة الحرارية من منزلك وإليه؛ لكي تحافظ على أجواء معتدلة فيه.

### مراجعة المفردات

الحرارة: طاقة تنتقل من جسم إلى آخر نتيجة اختلاف درجتي حرارتهما.  
الموجة الكهرومغناطيسية: موجة تنتج عن اهتزاز الشحنات الكهربائية، وهي تنتقل في المادة وفي الفراغ.

### المفردات الجديدة

- التوصيل
- الإشعاع
- الحمل
- التوصيل الحراري
- الموصل
- الحرارة النوعية
- التلوث الحراري



من يدك الساخنة إلى الثلج البارد، فتزداد سرعة جزيء الماء فيه. ونتيجة لذلك يسخن الثلج، وترتفع درجة حرارته. أما جزيئات الجلد فتقل سرعتها نتيجة فقدانها طاقة حرارية، فتبرد يدك. تنتقل الحرارة بالتوصيل عادة في المواد الصلبة، وذلك بسبب قرب جزيئاتها بعضها من بعض، حيث تتصادم الجزيئات معاً دون أن تحتاج إلى قطع مسافات كبيرة. ونتيجة لذلك تكون سرعة انتقال الطاقة الحرارية بالمواد الصلبة أسرع من المواد السائلة ومن الغازات بسبب تقارب جزيئاتها.

**الشكل ٤** ينصهر مكعب الثلج في يدك بسبب توصيل الحرارة.

**ماذا قرأت؟** لماذا يكون انتقال الحرارة في المواد الصلبة والسائلة أسهل مما في الغازات؟

## الإشعاع

عند سيرك خارج المنزل في يوم مشمس تحس بحرارة الشمس. كيف انتقلت الطاقة الحرارية من الشمس إلى جو الأرض؟ بالتأكيد لم يكن هذا بطريقة التوصيل، بسبب وجود فراغ بين الأرض والشمس يخلو تقريباً من المادة، بل إن انتقال الطاقة الحرارية كان بطريقة الإشعاع. وتنتقل الطاقة الحرارية بالإشعاع Radiation عند نقل الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية؛ حيث تحمل هذه الموجات الطاقة الحرارية خلال الفراغ، كما هو خلال المادة. أي أن نقل الحرارة بالإشعاع يحدث في المواد الصلبة والسائلة والغازات، وخلال الفراغ.

ليست الشمس المصدر الوحيد للإشعاع؛ فكل الأجسام تصدر إشعاعاً كهرومغناطيسياً، ويتفاوت مقدار الإشعاع؛ حيث تصدر الأجسام الساخنة إشعاعات أكثر من الأجسام الباردة. كما أن الدفء الذي تحس به عندما تجلس أمام المدفأة ناتج عن الطاقة الحرارية المنقولة إليك من المدفأة عن طريق الإشعاع.

## الحمل الحراري

عندما تقوم بتسخين إبريق ماء على الموقد فإن الطاقة الحرارية تنتقل خلال الماء بطريقة أخرى غير الإشعاع والتوصيل. ففي السوائل والغازات (الموائع) تتحرك الذرات والجزيئات بحرية أكبر مما في المواد الصلبة. ونتيجة لذلك تنتقل هذه الجزيئات من مكان إلى آخر حاملة معها طاقتها الحرارية. ويسمى هذا الانتقال للطاقة الحرارية داخل المادة

الحمل الحراري Convection.

ملاحظة الإشعاع

**تجربة عملية**

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين



## تجربة

### مقارنة معدلات الانصهار

#### الخطوات

١. املاً كأساً بمكعبات من الثلج، ثم أضف إليها الماء، وانتظر حتى ينصهر الثلج كله.

٢. ضع مكعب ثلج في كوب.

٣. ضع مكعب ثلج آخر له نفس حجم المكعب في الخطوة ٢، في كوب مماثل، وأضف إليه بعض الماء الذي حضرته سابقاً إلى ارتفاع ستمتر واحد.

٤. راقب زمن انصهار كل مكعب من المكعبين.

#### التحليل

١. أي المكعبين انصهر أسرع؟ ولماذا؟

٢. أيهما أكثر عزلاً للحرارة: الماء أم الهواء؟ وضح إجابتك.

**نقل الطاقة الحرارية بالحمل** تنتقل الطاقة الحرارية بالحمل عند تسخين الماء في إبريق. في البداية تنتقل الطاقة الحرارية من الموقد إلى جزيئات الماء أسفل الإبريق، فتزداد سرعة حركة هذه الجزيئات بزيادة طاقتها الحرارية، ويتباعد بعضها عن بعض، وتقل كثافة الماء، بينما يبقى الماء البارد الأكثر كثافة في الأعلى. ونتيجة لذلك يتحرك الماء الساخن إلى أعلى، ليحل محله ماء بارد هابط إلى أسفل. ثم يتم تسخين الماء في الأسفل، فيرتفع إلى أعلى، وتستمر هذه الدورة حتى يسخن ماء الإبريق كله، ويصل إلى درجة الحرارة نفسها.

**الحمل الحراري الطبيعي** يحدث الحمل الحراري الطبيعي عندما يصعد المائع (غازاً أو سائلاً) الساخن القليل الكثافة إلى أعلى نتيجة دفع المائع البارد العالي الكثافة الهابط إلى أسفل. تأمل شاطئ البحر؛ ففي أثناء النهار يكون الماء أبرد من اليابسة، ويكون الهواء الذي يعلو البحر أبرد من الهواء الذي يعلو اليابسة كما في الشكل ٥، حيث يسخن الهواء الذي يعلو اليابسة، فتتباعه جزيئاته وتقل كثافته، فيرتفع إلى أعلى، ويتدفق الهواء البارد ذو الكثافة العالية من فوق البحر نحو اليابسة، فتشعر

**ج1: ينصهر مكعب الثلج في الماء الثلج أسرع؛ لأن الماء الثلج رديء العزل**

**ج2: الهواء عازل أفضل؛ لأن جزيئات الهواء تفصلها بعضها عن بعض مسافات أكبر من المسافات بين جزيئات فتكون تصادمها ونقلها للطاقة الحرارية يكون بطيئاً**



**الشكل ٥** تنتج حركة الرياح عند شاطئ البحر بسبب الحمل الحراري الطبيعي.

**الشكل ٦** يستخدم هذا الحاسوب الحمل الحراري القسري، من أجل إحاطة المكونات الإلكترونية بالهواء البارد. **ابحث** عن مثال آخر في الحمل الحراري القسري.



## استخدام مروحة كهربائية لجعل شخص يشعر بالبرودة

### ملاحظة الحمل الحراري

#### الخطوات

١. املاً كأساً زجاجية سعتها ٢٥٠ مل بماء في درجة حرارة الغرفة.
٢. سخّن كمية قليلة من الماء في كأس سعتها ٥٠ مل حتى يغلي.
٣. ضع بحذر قطعة نقد معدنية في الماء الساخن واطرقها دقيقة واحدة.
٤. ارفع قطعة النقد من الماء بملقط، وضعها على الطاولة، وضع فوقها مباشرة الكأس التي سعتها ٢٥٠ مل.
٥. استخدم القطارة لتضع قطرة واحدة من صبغة الطعام داخل الكأس التي سعتها ٢٥٠ مل وبالقرب من قاعها.
٦. راقب ما يحدث في الكأس بضع دقائق.

### التحليل

ماذا حدث عندما وضعت قطرة صبغة الطعام داخل الماء بالقرب من قاع الكأس؟ فسّر ما شاهدته.

قوة خارجية في مائع، كالهواء أو الماء، فتحرّكه لكي ينقل الطاقة الحرارية. وتعد المروحة مثلاً على الأدوات المستخدمة لتحريك الهواء. ففي الحواسيب مثلاً تُستخدم مروحة صغيرة لدفع الهواء خلال المكونات الإلكترونية، لمنع الارتفاع المستمر في درجة حرارتها، وحمايتها من التلف. تدفع المروحة الهواء البارد نحو القطع الإلكترونية، كما هو موضح في الشكل ٦، فتنتقل الطاقة الحرارية من القطع الإلكترونية إلى الهواء المحيط بها، ثم يُطرد الهواء الساخن بسبب ضخ الهواء البارد بفعل المروحة. وتواصل القطع الإلكترونية فقدها للطاقة الحرارية كلما دخل إليها الهواء البارد بفعل المروحة.

## الموصلات الحرارية

لماذا تُصنع قدور الطبخ عادة من الألمنيوم أو الفلزات الأخرى؟ ولماذا يسخن مقبض ملعقة معدنية عندما تُوضع في إناء حساء ساخن؟ الإجابة في الحالتين هي أن الفلزات موصلات جيدة للحرارة. **فالموصل** Conductor هو أي مادة تنقل الطاقة الحرارية بسهولة. وتكون بعض المواد موصلات جيدة، بسبب نوع ذراتها، أو بسبب احتوائها على روابط كيميائية معينة.

### ماذا قرأت؟ ☒ ما المادة الموصلة؟ أي مادة يمكنها نقل الحرارة بسهولة

تذكر أن الذرة لها نواة محاطة بإلكترونات أو أكثر. ولذرات مواد معينة - ومنها الفلزات - إلكترونات ضعيفة الارتباط مع النواة، لذلك تكون هذه الإلكترونات حرة الحركة نسبياً، مما يمكنها من الانتقال من ذرة إلى أخرى، والمساعدة على نقل الطاقة الحرارية. وأفضل الموصلات الحرارية هي الفلزات، ومنها الذهب والنحاس.

## العوازل الحرارية

عند طهي الطعام، نرغب عادة في استخدام قدر يوصل الحرارة بسهولة من الموقد إلى الطعام، وفي الوقت نفسه نفضل ألا تسخن مقابض القدر. لذا تُصنع مقابض أواني الطهي من مواد عازلة. والعازل الحراري مادة لا تنتقل الطاقة الحرارية خلالها بسهولة. ويكون العزل الحراري للسوائل والغازات عادة أفضل منه للمواد الصلبة؛ فالهواء عازل جيد، وتحتوي معظم المواد العازلة على فقاعات هوائية تعمل على تقليل انتقال الطاقة الحرارية خلال المادة بطريقة التوصيل. والموصلات الجيدة - ومنها الفلزات - تكون عوازل رديئة، كما أن العوازل الجيدة موصلات رديئة.

تُبنى المنازل بحيث تحتوي جدرانها على طبقة من المواد العازلة لمنع انتقال الطاقة الحرارية عبر الجدران بين داخل المنزل وخارجه. ويبين الشكل ٧ استخدام الصوف الصخري للعزل المنزلي. وكذلك يوضع زجاج مزدوج لأبواب بعض النوافذ وثلاجات العرض، بحيث يحصر لوحا الزجاج بينهما طبقة من الهواء أو غازاً عازلاً آخر، فتزداد فاعلية التكييف في المنزل أو فاعلية التبريد في الثلاجة.



**الشكل ٧** تعمل المواد العازلة في المنازل والبنائيات على تقليل انتقال الطاقة الحرارية بين الهواء داخل المنزل والهواء خارجه.

## امتصاص الحرارة

من السهل أن تسير حافي القدمين في يوم حار على العشب في حديقة عامة، ولكن هل جربت ذلك على أرضية الشارع المعبدة بالأسفلت؟ لماذا يكون الأسفلت أسخن من العشب؟ يعتمد مقدار تغير درجة حرارة جسم ما عند تسخينه على المادة المكوّنة له.

**الحرارة النوعية** يعتمد التغير في درجة حرارة جسم ما عند تسخينه على **الحرارة النوعية** Specific Heat لمادته؛ وهي مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من المادة درجة سلسيوسية واحدة. وتحتاج المواد ذات الحرارة النوعية العالية إلى طاقة حرارية أكبر لرفع درجة حرارتها، مقارنة بالمواد ذات الحرارة النوعية المنخفضة. فرمال الشاطئ مثلاً لها حرارة نوعية أقل من الحرارة النوعية للماء، ولذلك يسخن الرمل أسرع من الماء عندما تُسخّنهما أشعة الشمس في النهار. أما في الليل فتحس ببرودة الرمل ودفء الماء؛ لأن درجة حرارة الماء تنخفض أبطأ من درجة حرارة الرمل عندما تنتقل الطاقة الحرارية من كل منهما إلى الهواء البارد.

## التلوث الحراري

الكثير من المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية تستخدم الماء في التبريد، ولذلك تطرح الماء الحار من بين مخلفات التصنيع. وإذا تم التخلص من هذا الماء الحار في البحر أو البحيرات



ج1: يعتبر الهواء المحصور بين جزيئات هذه المواد موصلًا ضعيفًا للحرارة ويمنع الطاقة الحرارية من الانتقال بسهولة خلال المواد

ج2: للرمال حرارة نوعية منخفضة مقارنة بالماء ولذلك تتغير درجة حرارة الرمال بشكل أكبر من درجة حرارة الماء عندما يفقد الرمل والماء حرارتهما للوسط المحيط

**تأثير التلوث الحراري** يجبر ارتفاع درجة حرارة الماء الأسماك وبافي المخلوقات

ج3: لا، فالحرارة هي الطاقة الحرارية المنقولة لجسم لآخر على أكسجين مداب اقل مما في الماء البارد فقد تموت بعض المخلوقات بسبب نقص الأكسجين.

ج4: عندما تزداد درجة حرارة أحد طرفي المائع يصبح أقل كثافة ويدفع إلى أعلى بواسطة المائع الأبرد المجاور وفي أثناء ارتفاع المائع الساخن إلى أعلى يفقد طاقته الحرارية للوسط المحيط الأبرد حتى يبرد بما يكفي لغوصه ثانية

باستخدام أبراج خاصة، كالتي بينها الشكل ٨.

ج5: تعمل البطانية كوسط عازل يمنع من انتقال الطاقة الحرارية من جسمك إلى الوسط المحيط

**طاقة انتقال الحرارة**

ج6: بالقرب من سطح الأرض حيث يصعد الهواء الساخن إلى أعلى وينقل الطاقة الحرارية إلى كافة طبقات الهواء الباردة في أثناء صعوده

ج7: أضع قطعة شمع عند نهايتي قضيب حديد وقضيب خشب لهما نفس الأبعاد ثم أضع الطرف الساخن لكلا القضيبين في كأس ماء ساخن، سينصهر الشمع أولاً على القضيب الذي يوصل الحرارة أكثر، العوامل المستقلة هي درجة حرارة الماء الساخن وأبعاد كل من القضيبين، أما العوامل التابعة فهي: تركيب مادة القضيب

## الدرس ٢

### اختبر نفسك

١. وضح لماذا تكون بعض المواد - ومنها الفلين الصناعي والفرو والريش - رديئة التوصيل للحرارة؟
٢. وضح لماذا تبرد رمال الشاطئ ليلاً أسرع من ماء البحر؟
٣. استنتج إذا كان للمادة طاقة حرارية فهل يكون لها حرارة أيضاً؟
٤. صف كيف تنتقل الطاقة الحرارية من مكان إلى آخر بطريقة الحمل؟
٥. وضح لماذا تساعد البطانية على حفظ جسمك دافئاً؟
٦. التفكير الناقد إذا كان المطلوب تدفئة غرفة بشكل منتظم فأيهما أفضل: وضع فتحات التدفئة قرب أرضية الغرفة أم قرب السقف؟ فسر إجابتك.

### تطبيق المهارات

٧. تصميم تجربة لتحديد أيهما أفضل توصيلاً للحرارة: الحديد أم الخشب؟ حدد المتغيرات المستقلة والتابعة في تجربتك.

تستخدم محطة توليد كهرباء أبراج التبريد بخفض درجة حرارة الماء الحار الناتج عنها.



# المحركات والثلاجات

## المحركات الحرارية

تُستخدم المحركات الحرارية في السيارات والشاحنات وغيرها من المركبات، ومنها الدراجة النارية الموضحة في الشكل ٩. **المحرك الحراري** Heat Engine آلة تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية. والطاقة الميكانيكية تمثل مجموع طاقتي الحركة والوضع للجسم. فعندما يعمل محرك السيارة يحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، ويزيد من سرعة السيارة وطاقتها الحركية.

**آلة الاحتراق الداخلي** تتميز **آلة الاحتراق الداخلي** Internal Combustion Engines بأنها تحوي داخلها حجرة احتراق خاصة يحترق فيها الوقود. وتستخدم العديد من المركبات والآليات آلة الاحتراق الداخلي - ومنها السيارات والشاحنات والقوارب والطائرات وحتى مجز العشب.

تتكون محركات معظم السيارات من أربع حجرات احتراق أو أكثر، وتسمى الحجرة الأسطوانة؛ لأنها أسطوانية الشكل. وكلما زاد عدد أسطوانات المحرك زادت قدرته. ويوجد في كل أسطوانة مكبس يتحرك داخلها إلى أعلى وإلى أسفل. وتُحقن الأسطوانة بخليط من الوقود والهواء، ثم يُشعل هذا الخليط بشمعة الاحتراق؛ حيث يشتعل الوقود بشكل انفجاري فيدفع المكبس إلى أسفل. وتتحول الحركة الترددية للمكبس (صعوداً وهبوطاً) إلى حركة دورانية، تُدير المحور الرئيس للمحرك، الذي يدير بدوره عجلات السيارة. ويبين الشكل ١٠ مراحل عمل آلة الاحتراق الداخلي في تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية، خلال دورة الأشواط الأربعة. لقد تم تصميم أشكال متعددة من آلة الاحتراق الداخلي. ففي محرك الديزل يُضغَط الهواء في حجرة الاحتراق لدرجة عالية؛ بحيث يشتعل الوقود دون الحاجة إلى شمعة الاحتراق. أما محرك مجز العشب فهو محرك يعمل بالبنزين، ويدمج عادة الأشواط الأربعة في شوطين؛ حيث يكون الشوط الأول خليطاً من شوطي الحقن والضغط، ويكون الشوط الثاني خليطاً من شوطي الاشتعال والتخلص من العادم.

كيف يؤدي احتراق خلوط الوقود والهواء إلى تحريك المكبس؟ **ماذا قرأت؟**

## الأهداف

- **تصف** عمل المحرك الحراري.
- **تصف** كيف تعمل آلة الاحتراق الداخلي.
- **توضح** كيف تعمل الثلاجة على نقل الطاقة الحرارية.

## الأهمية

- تمكننا المحركات الحرارية من السفر مسافات بعيدة.

## مراجعة المفردات

الشغل: هو نقل الطاقة عن طريق التأثير بقوة لمسافة محدّدة.

## المفردات الجديدة

- المحرك الحراري
- آلة الاحتراق الداخلي

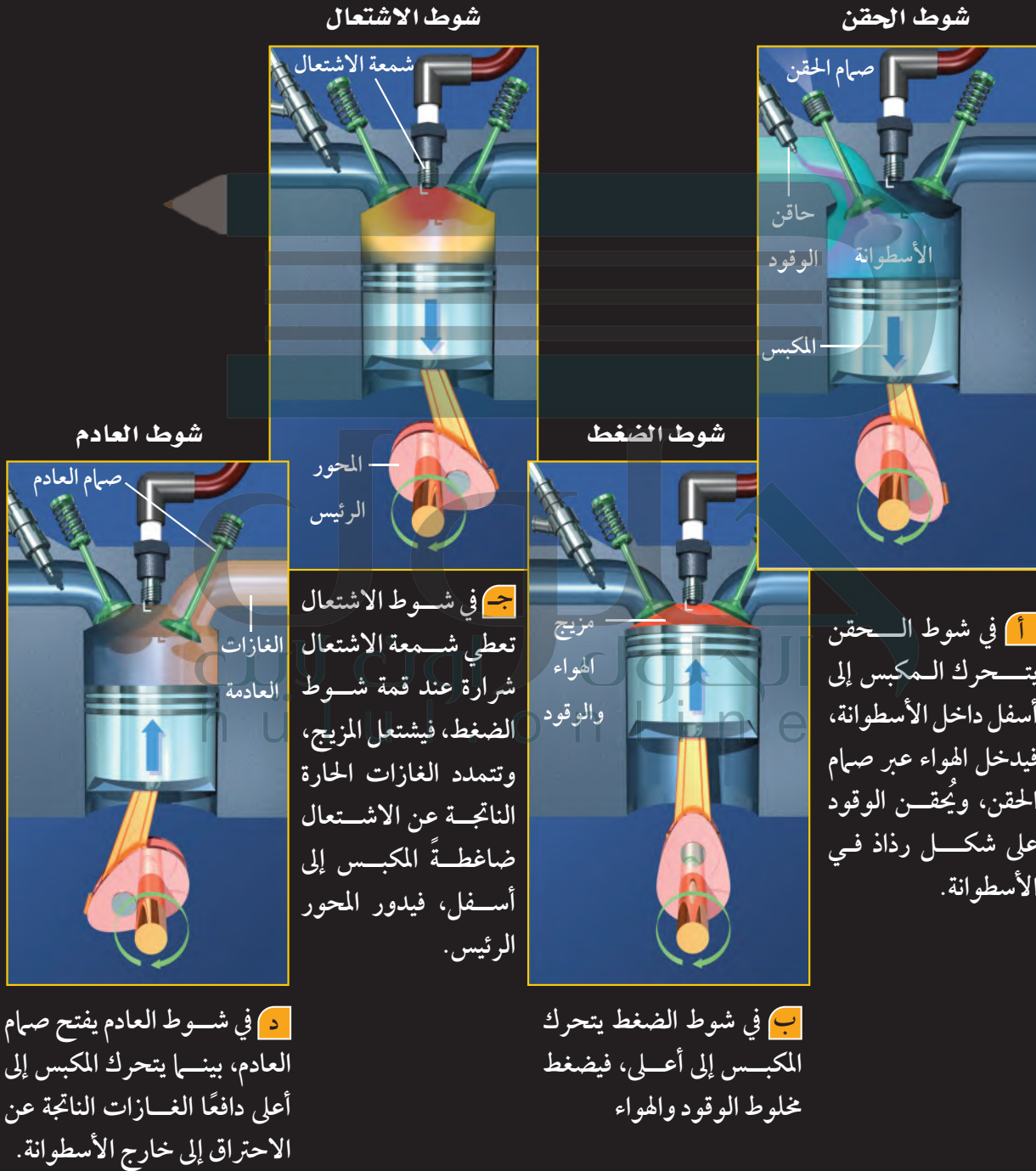
**الشكل ٩** يعمل محرك الدراجة والقارب على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية تتحول بدورها إلى شغل مفيد.

**عند حقن خليط الوقود فإنه يشتعل على شكل انفجار ويدفع المكبس إلى أسفل**



## دورة المحرك الرباعية الأشواط

الشكل ١٠ معظم السيارات الحديثة مزودة بمحرك احتراق داخلي رباعي الأشواط. يحوّل المحرك (آلة الاحتراق الداخلي) الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية عندما يحترق البنزين داخل حجرات الاحتراق. وتعرف حجرات آلة الاحتراق الداخلي بالأسطوانات. تبين الأشكال التالية الأشواط الأربعة في آلة الاحتراق الداخلي.



## الثلاجات

الربط مع  
المهنة



### الهندسة الميكانيكية

المهندسون الميكانيكيون هم الذين يصممون المحركات والآلات، ويدرس بعض المهندسين أفضل الطرائق لزيادة كفاءة المحركات في تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية.

إذا كان انتقال الطاقة الحرارية من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الباردة فقط فكيف للثلاجة أن تعمل على تبريد ما بداخلها، إلى ما هو أقل من درجة حرارة الهواء الخارجي؟ تُعدّ الثلاجة آلة ناقلة للطاقة الحرارية؛ فهي تمتص الطاقة الحرارية من الأطعمة التي بداخلها، ثم تنقل هذه الطاقة إلى خارجها؛ ليتم فقدانها إلى الوسط المحيط. وتحوي الثلاجة سائل تبريد يُضخ عبر أنابيب خاصة داخل الثلاجة وخارجها. سائل التبريد هو المادة التي تحمل الطاقة الحرارية من داخل الثلاجة إلى خارجها.

**امتصاص الطاقة الحرارية** يبين الشكل ١١ كيف تعمل الثلاجة. يُجبر سائل التبريد على الحركة خلال أنبوب نحو حجرة التجميد (الفريزر)، ويمر في أثناء ذلك من صمام تمدد خاص، حيث ينخفض ضغطه، ويتحول من سائل إلى غاز، وتنخفض درجة حرارته كثيرًا. ويمرر الغاز البارد بعد ذلك في أنابيب داخل الثلاجة. ولأن غاز التبريد بارد جدًا فإنه يمتص الطاقة الحرارية من داخل الثلاجة فيصبح أدفأ.

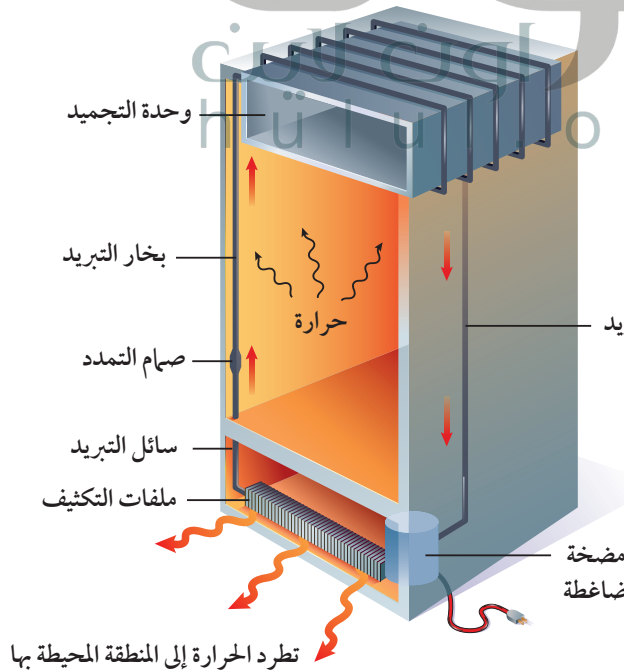
**فقد الطاقة الحرارية** على الرغم من امتصاص غاز التبريد للحرارة في المرحلة السابقة إلا أن الغاز يبقى أبرد من الهواء الخارجي، فلا يمكنه نقل الطاقة الحرارية التي امتصها إلى الهواء. ويمر غاز التبريد خلال المضخة الضاغطة التي تضغطه، فيسخن نتيجة لذلك، وتصبح درجة حرارته أعلى من درجة حرارة الغرفة. ثم يتدفق الغاز خلال شبكة أنابيب تسمى المكثف، فيفقد طاقته الحرارية إلى الهواء المحيط، ويتحول إلى سائل. ثم يتم ضخه مرة أخرى إلى صمام التمدد، لتعاد الدورة من جديد.

### الشكل ١١ تعمل الثلاجة على نقل

الطاقة الحرارية من داخلها إلى خارجها باستخدام غاز التبريد، وتوفر المضخة الضاغطة الطاقة اللازمة لعمل ذلك.

**ارسم** مخططًا يبين تغير درجة حرارة غاز التبريد في أثناء دورة كاملة.

تنخفض درجة حرارة سائل التبريد أثناء مروره في صمام التمدد -- يمتص الطاقة الحرارية من داخل الثلاجة فتزيد درجة حرارته -- تزداد درجة حرارته عند مروره في المضخة الضاغطة -- يفقد الغاز حرارته إلى جو الغرفة فيعود سائلًا وتنخفض درجة حرارته



ج7:

في شوط الحقن: يتحرك المكبس إلى أسفل داخل الأسطوانة فيدخل الهواء عبر صمام الحقن ويحقن الوقود على شكل رذاذ

مكيفات الهواء في الأسطوانة

تعمل بها الثلاثية. وتعمل سائل التبريد خارج المكبس من المنازل؛ كما هو الحال في الثلاثيات؛ حيث يقوم سائل التبريد بامتصاص

في شوط الضغط: يتحرك المكبس إلى أعلى في شوط العادم: يفتح صمام العادم بينما يتحرك المكبس إلى أعلى دافعا الغازات الناتجة عن الاحتراق إلى خارج الأسطوانة

فيضغط مخلوط الوقود والهواء

المصحات الحرارية

للتدفئة في فصل الشتاء، والتبريد في فصل الصيف. ويكون عملها مشابهاً لعمل مكيفات التبريد بامتصاص الحرارة من المكان الذي نريد تبريده. وتنتقل الطاقة الحرارية

في شوط الاشتعال: تعطي شمعة الاشتعال شرارة عند قمة شوط الضغط فيشتعل المزيج وتتمد الغازات الحارة الناتجة عن الاشتعال ضاغطة المكبس إلى أسفل فيدور المحور الرئيسي

ج1: يمتص سائل التبريد الطاقة الحرارية من داخل المباني

يسخن سائل التبريد عندما يمر خلال الضاغط ويفقد الطاقة الحرارية في الملفات الخارجية يمر السائل خلال عبر صمام التمدد فيبرد ثم يمر عبر الملفات الداخلية

ج2: لأن الهواء يضغط في حجرة الاحتراق لدرجة عالية بحيث يشتعل الوقود دون الحاجة إلى شمعة الاحتراق

ج3: حقن أسطوانة بمزيج من الهواء والوقود ثم يشعل هذا الخليط بواسطة شمعة الاحتراق

ج4: لا؛ فالطاقة الحرارية الممتصة من هواء الغرفة تعود إليها ثانية من خلال ملفات التكثيف

ج5: يتمدد سائل التبريد ويتحول إلى غاز ويصبح بارداً بعد ذلك يمتص الطاقة الحرارية من داخل الثلاجة ثم يضغط سائل التبريد ويسخن وتنتقل الطاقة الحرارية منه إلى الهواء الخارجي

تطبيق المهارات

ج6: يوضع مكيف الهواء في النافذة بحيث تكون ملفات التكثيف داخل الغرفة ثم يمتص المكيف الطاقة الحرارية من الهواء الخارجي ويفقدها داخل الغرفة

1. ارسم مخططاً تبين فيه حركة سائل التبريد، وانتقال الحرارة في أثناء عمل المضخة الحرارية لتبريد المنزل.
2. وضح لماذا لا يستخدم محرك الديزل شمعات احتراق؟
3. بين مصدر الطاقة الحرارية في محرك الاحتراق الداخلي.
4. حدد ما إذا كان من الممكن تبريد المطبخ بترك باب الثلاجة مفتوحاً. وضح إجابتك.
5. صف كيف تعمل الثلاجة على تبريد الطعام باستخدام غاز التبريد؟
6. التفكير الناقد وضح كيف يمكن استخدام مكيف الهواء لتدفئة المنزل؟

ج7: رسم خريطة مفاهيمية تبين تسلسل خطوات عمل آلة الاحتراق الداخلي ذات الأشواط الأربعة.

- ج1: باستخدام أكواب من البلاستيك - الفلين - أكواب زجاجية - أكواب خزفية
- ج2: نستخدم أكواب من مواد مختلفة - مخبر سعة 100 مللي ماء - مصدر للحرارة - ماء - غطاء أكواب من الكرتون مثقوب من منتصفه - ساعة إيقاف - ملقط - قفازات حرارية
- نملأ مخبر من الماء سعة 100 مللي ماء ونضعه على اللهب حتى تصل درجة حرارة الماء إلى 80 درجة مئوية
- نضع في كل كوب 25 مللي ماء ساخن ونغطي كل كوب بقطعة من ورق الكرتون المثقوبة من منتصفها

نضع ترمومتر في ثقب غطاء الكرتون في كل كوب بحيث ينغمر في الماء

نلاحظ تغير درجة الحرارة في كل كوب كل 3 دقائق ونسجل درجة الحرارة والزمن في جدول بيانات

توقع مدى تغير درجة حرارة السائل الساخن عند وضعه في اكواب من مواد مختلفة خلال فترة من الزمن.

## اختبار الفرضية

### اعمل خطة

- قرر ما أنواع الأكواب التي ستختبرها؟ صمم تجربة لاختبار فرضيتك، وراع أن يكون العمل جماعياً، بحيث يشارك الجميع في النقاش.
- اكتب قائمة بالمواد التي ستستخدمها في تجربتك، ثم صف بدقة كيف تستخدم هذه المواد؟ وأي سائل تستخدم؟ وكم تكون درجة حرارته في بداية التجربة؟ وكيف تغطي السائل الساخن في الأكواب؟ وما المادة التي يُصنع منها الغطاء؟

- مصدر حرارة
- كأس كبيرة
- مخبر مدرج سعة 100 مل
- مقياس حرارة كحولي
- أكواب من مواد مختلفة
- أغشية للأكواب
- ساعة إيقاف
- ملقط
- قفازات حرارية.

### إجراءات السلامة

تحذير: اتبع تعليمات السلامة في أثناء تسخين السوائل، واستخدم الملقط أو القفاز الحراري عند الإمساك بالمواد الساخنة؛ فكل من الزجاج الساخن والزجاج البارد يبدوان متشابهين. استخدم مقياس الحرارة بعناية ولا تضعه قرب حافة الطاولة.



## استخدام الطرائق العلمية



٣. **حدد** المتغيرات والضوابط في تجربتك.

٤. **صمم** جدولاً مناسباً في دفتر العلوم لتدوين النتائج والملاحظات.

### تنفيذ الخطة

١. اعرض خطتك وخطوات تجربتك وتصميم الجدول على معلمك، وخذ موافقته قبل أن تبدأ.

٢. لمعرفة الفرق في مقدرة الأكواب على عزل الحرارة عليك تمثيل بياناتك البياني. حدد نوع الرسم الذي ستعتمد عليه، وخذ القياسات الكافية و  
خلال تجربتك.

٣. يجب أن تكون الفترات الزمنية بين القياسات متساوية. حدد الفترة الزمنية  
درجة الحرارة.

٤. نفذ استقصاءك، ودوّن ملاحظاتك.

### تحليل البيانات

١. **ارسم** شكلاً بيانياً واحداً، توضح فيه البيانات التي جمعتها لجميع الأكواب،  
واكتب اسم مادة الكوب على المنحنى الخاص بها.

٢. **فسر بياناتك** كيف تحدد أفضل مادة في العزل الحراري بمجرد نظرك إلى  
الرسم البياني؟

٣. **قوّم** هل تغيرت درجة حرارة الماء كما توقعت؟ اعتمد على بياناتك ورسمك  
لتوضيح إجابتك.

### الاستنتاج والتطبيق

١. **وضح** لماذا يعتمد معدل تغير درجة الحرارة على نوع مادة الكوب؟ وهل يؤثر  
حجم الكوب في ذلك؟

٢. **استنتج** أي الأكواب كان أفضل في عزل الحرارة؟

### تواصل

#### بياناتك

قارن نتائجك ورسمك البيانية مع باقي

- ج1: كلما كانت مادة الكوب أفضل عزلاً كلما كان تغير درجة الحرارة أقل وبمعدل بطيء ويؤثر حجم الكوب على هذا التغير أيضاً فكلما زاد حجم الكوب كلما كان معدل تغير درجة الحرارة أكثر بطأً
- ج2: أكواب الفلين كانت أفضل في العزل الحراري

# العلم والمجتمع

## كل شيء ساخن

ربما تسكن بعيداً عن البحر، ورغم ذلك فأنت تعيش على جزيرة... جزيرة حرارية

يزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية في الغلاف الجوي؛ حيث تتفاعل أشعة الشمس مع عوادم السيارات، فيتكون الضباب الدخاني الذي يؤثر بدوره في صحة ساكني المدينة. وكلما ازدادت درجات الحرارة تكوّن الضباب الدخاني أكثر، مما يعني وجود مشكلات صحية أكبر.

### طرق للتبريد

نلاحظ في الكثير من مدننا انتشار المباني الحديثة المطلية بالفلترات اللامعة، أو الأصباغ البيضاء، أو الألوان الفاتحة، وكل هذا من شأنه تقليل امتصاص الطاقة الحرارية، والعمل على تبريد المدينة، بالإضافة إلى زراعة الأشجار في الشوارع، وانتشار الحدائق العامة، التي تزيد من عملية تبخير الماء، وتقليل الطاقة الحرارية المتبقية لتسخين المدينة.

المواد المعتمدة - ومنها الأسفلت - تمتص الكثير من الطاقة الحرارية، وهي تفوق المواد الفاتحة اللون في ذلك. وقد يصل الأمر إلى درجة شَي بيضة على الأسفلت الأسود، وقت الظهيرة!

فكّر في كل شيء مصنوع من الأسفلت والخرسانة في المدينة. إنك كلما أدت بصرك رأيت البنايات ومواقف السيارات والأرصفت والشوارع. كل هذه الموجودات تمتص حرارة الشمس، وتسخن حتى تجعل المدينة تتوهج من الحرارة صيفاً، وهذا ما يعرف بظاهرة "الجزيرة الحرارية".

### أوقات حارة

يمكنك أن تتخيل مدينتك التي تعيش فيها وكأنها جزيرة محاطة بالأشجار والنباتات الخضراء. إن درجة الحرارة في وسط هذه الأشجار أبرد من درجات الحرارة في وسط المدينة بمقدار ٨°س. في المناطق الريفية، تمتص النباتات والتربة طاقة الشمس خلال النهار، وقد يسبب ذلك تبخر الماء منها، مما يؤدي إلى خفض الحرارة التي تعمل على تسخين الوسط المحيط.

ليست درجات الحرارة المرتفعة الآتية من الشمس هي المشكلة الوحيدة التي تواجهها الجزر الحرارية؛ فالناس يدفعون الحرارة من منازلهم إلى شوارع المدينة عبر أجهزة التبريد (المكيفات)، وهذا الارتفاع في درجة الحرارة

**ابحث وصمم** قم بزيارة مواقع الإنترنت الموثوقة للبحث عن مواضيع حول الجزر الحرارية، والإجراءات التي قامت بها بعض المدن للحد من آثار تلك الظاهرة. ثم صمّم مدينة تخلو من هذه الظاهرة.

**العلوم** عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.



# دليل مراجعة الفصل

## مراجعة الأفكار الرئيسة

موصلات. ويصعب انتقال الطاقة الحرارية في المواد العازلة.

٤. الحرارة النوعية هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من المادة درجة سلسيوسية واحدة.

٥. يحدث التلوث الحراري عند طرح المياه الحارة - الآتية من فضلات المصانع مثلاً - في المسطحات المائية.

## الدرس الأول درجة الحرارة

١. جزيئات المادة في حالة حركة مستمرة. وترتبط درجة الحرارة مع متوسط قيمة الطاقة الحركية لتلك الجزيئات.
٢. مقياس الحرارة تقيس درجة الحرارة. هناك ثلاثة مقاييس شائعة الاستخدام، هي: السلسيوس، والفهرنهايتي والكلفن (المطلق).
٣. الطاقة الحرارية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع دقائق المادة.

## الدرس الثالث المحركات والثلاجات

١. المحرك الحراري أداة تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية.

٢. في محرك آلة الاحتراق الداخلي يحترق الوقود في حجرة داخل المحرك وفق دورة رباعية الأشواط.

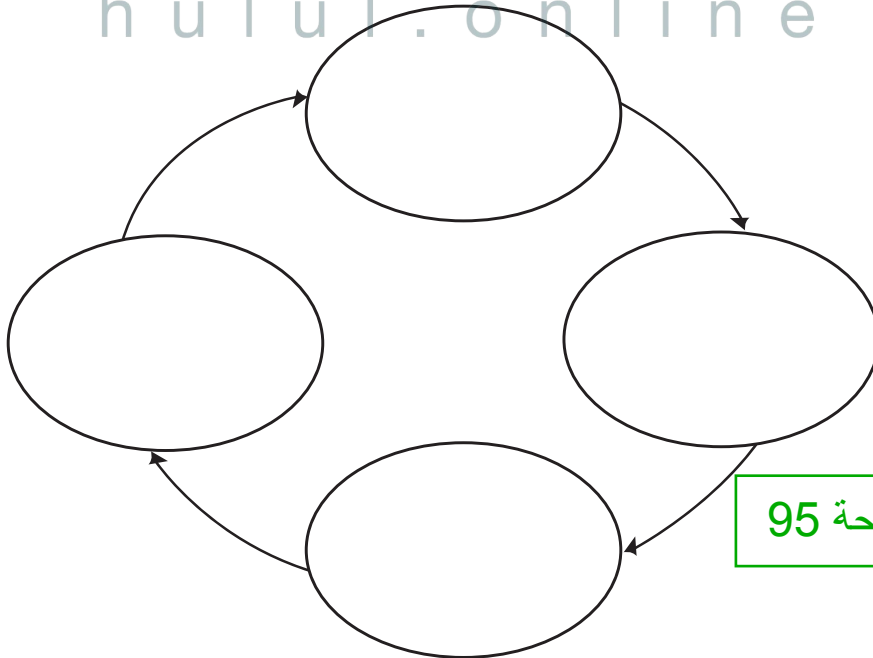
٣. تعمل الثلاجات ومكيفات الهواء على نقل الطاقة الحرارية باستخدام سائل التبريد.

## الدرس الثاني انتقال الحرارة

١. الحرارة هي الطاقة الحرارية التي تنتقل من جسم أسخن إلى جسم أبرد.
٢. تنتقل الطاقة الحرارية بثلاث طرائق، هي: التوصيل والإشعاع والحمل.
٣. المواد التي تنقل الطاقة الحرارية بسهولة تسمى

## تصور الأفكار الرئيسة

انقل الخريطة المفاهيمية التالية التي تبين دورة المحرك الرباعية الأشواط في دفترتك، ثم أكملها.



الحل في حل الصفحة 95

ج1: يحول المحرك الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية حيث يحترق الوقود في حجرات داخل المحرك فيسمى محرك احتراق داخلي

ج2: الطاقة الحرارية: هي مجموع طاقتي الوضع والحركة للجزيئات في المادة التلوث الحراري هو: ازدياد درجة الحرارة لتجمع طبيعي من المياه سببه إضافة الماء الحار إليه

### استخدام المفردات

وضح العلاقة بين كل مصطلحين مما يأتي، في جمل تامة.

- آلة الاحتراق الداخلي - المحرك الحراري
- الطاقة الحرارية - التلوث الحراري
- التوصيل الحراري - الحمل الحراري
- التوصيل الحراري - الطاقة الحرارية
- الطاقة الحرارية - الحرارة النوعية
- التوصيل الحراري - الإشعاع
- الحمل الحراري - الإشعاع
- الموصل الحراري - الطاقة الحرارية

### تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة

ج9. ما مصدر الطاقة الحرارية في محرك آلة الاحتراق الداخلي؟

- أ. البخار  
ب. حرق الوقود  
ج. الماء الحار  
د. التبريد

ج10. ماذا يحدث لمعظم المواد عندما يتم تسخينها؟

- أ. تقلص  
ب. تطفو  
ج. تتبخر  
د. تتمدد

ج11. أي العمليات التالية تحدث عندما يتلامس جسمان مختلفان في درجتي حرارتهما؟

- أ. حمل حراري  
ب. إشعاع  
ج. تكثف  
د. توصيل حراري

ج3: كلاهما من طرق نقل الطاقة الحرارية

التوصيل الحراري: ينقل الطاقة الحرارية من خلال التلامس المباشر

الحمل: ينقل الطاقة الحرارية من خلال تحريك المائع من مكان إلى آخر

ج12. أي الجمل التالية تصف الطاقة الحرارية لدقائق المادة؟

- أ. القيمة المتوسطة لجميع طاقتها الحركية  
ب. المجموع الكلي لجميع طاقتها الحركية  
ج. المجموع الكلي لجميع طاقتها الحركية وطاقت الوضع

د. متوسط جميع طاقت الحركة والوضع لها

ج13. انتقال الطاقة الحرارية من الشمس إلى الأرض مثال على:

- أ. الحمل الحراري  
ب. التمدد  
ج. الإشعاع  
د. التوصيل الحراري

ج14. معظم المواد العازلة تحوي فراغات مملوءة بالهواء؛ وذلك لأن الهواء يتصف بأنه:

- أ. موصل  
ب. خفيف  
ج. مشع  
د. عازل

ج15. في وصفة لتحضير الكعك، يوصى أن يتم خبزه على درجة حرارة ٣٥٠°ف. ما قيمة هذه الدرجة بحسب المقياس السلسيوس؟

- أ. ١٦٢°س  
ب. ١٧٧°س  
ج. ١٩٤°س  
د. ٢١٢°س

ج16. أي العبارات التالية صحيحة؟

- أ. الهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد.  
ب. كثافة الهواء لا تعتمد على درجة حرارته.  
ج. الهواء الساخن ليس له كثافة.  
د. الهواء الساخن أعلى كثافة من الهواء البارد.

ج17. أي مما يأتي يطلق على مجموع طاقتي الوضع والحركة؟

- أ. الطاقة الحركية  
ب. درجة الحرارة  
ج. درجة الحرارة

ج4: التوصيل الحراري: هو توصيل الطاقة

الحرارية من خلال التلامس المباشر

والحرارة هي الطاقة الحرارية التي تنتقل من جسم حار إلى آخر بارد

ج5: الطاقة الحرارية هي: مجموع طاقتي الوضع والحركة  
لجزيئات المادة  
الحرارة النوعية هي: كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة  
حرارة كيلو جرام واحد من المادة 1 س

### التفكير الناقد

ج18: تنتقل

الطاقة

الحرارية من

قاع الوعاء إلى

سطح الماء

بطريقة الحمل

١٨.فسر عندما تسخن ماء في إناء تلاحظ أن سطح الماء  
سخن بسرعة، رغم أن مصدر الحرارة يوجد تحت الإناء.

١٩.وضح لماذا تدفئنا الطبقات المتعددة من الملابس شتاءً؟

٢٠.صف عند تشغيل مصباح كهربائي فإن مرور التيار في  
فتيلة المصباح يجعله يسخن ثم يتوهج. إذا كانت فتيلة  
المصباح محاطة بغاز فصف كيف تنتقل الطاقة الحرارية  
من الفتيلة إلى الهواء المحيط بزجاجة المصباح؟

٢١.صمم تجربة تمتص بعض ألوان الملابس الإشعاع أكثر  
من غيرها. صمم تجربة تختبر فيها ألواناً مختلفة بوضعها  
تحت ضوء الشمس فترة كافية.

٢٢.وضح عند بناء الأسوار تترك فراغات فاصلة بين  
أجزاء السور. ما الغاية من هذه الفراغات الصغيرة؟

٢٣.خريطة مفاهيم انسخ الشكل الآتي الذي يتعلق بالحمل

تفقد السوائل الحرارة بالتوصيل

أثناء ارتفاعها

تصبح السوائل أكثر لزوجة فتغرق

تصبح السوائل أقل لزوجة  
فترتفع

يسخن السائل عن  
طريق الحمل

٢٤.اشرح بعض المعاطف الشتوية تحتوي على حشو من  
مواد كثيرة الفراغات المملوءة بالهواء. كيف تتغير  
خصائص العزل للمعطف لو أصبح هذا الحشو مبللاً  
بالماء؟ اشرح ذلك.

ج7: كلاهما طريقة لنقل الطاقة الحرارية

الحمل الحراري ينقل الطاقة الحرارية من خلال تحريك

المائع من مكان إلى آخر

الإشعاع: ينقل الطاقة الحرارية بالأموال الكهرومغناطيسية

ج6: كلاهما طريقة لنقل الطاقة الحرارية  
التوصيل: ينقل الطاقة الحرارية بالتلامس المباشر  
الإشعاع: ينقل الطاقة الحرارية بالأموال  
الكهرومغناطيسية

٢٥.قارن كأسان مملوءان بالماء، لهما درجة الحرارة نفسها،  
تم إفراغهما في حوض واحد، وبعد امتزاجهما لم تتغير  
درجة حرارة الماء. قارن بين الطاقة الحرارية للماء في  
الحوض والطاقة الحرارية للماء في كل من الكأسين .

ج19: تعمل الطبقات المتعددة في الملابس على حجز  
كمية هواء أكبر بينها مما يجعلها أكبر للطاقة الحرارية  
من الطبقة الواحدة

ج20: تنتقل الطاقة الحرارية من الفتيل إلى زجاجة  
المصباح الكهربائي بطريقتي الإشعاع والحمل بفعل  
الغاز بداخلها ثم تنتقل من الزجاج إلى الهواء المحيط  
بطريقتي التوصيل والإشعاع

ج21: أضع بعض الملابس ذو الألوان  
الفاتحة وبعض الملابس الأخرى ذو الألوان  
القائمة في الشمس لفترة كافية ثم أقارن بين  
درجة حرارة الملابس الفاتحة والملابس  
القائمة، نستنتج أن الملابس القائمة تسخن  
أسرع

٢٨. تكون بالسليوس؟  
٣٠. حرارة جسم الإنسان قاس الطبيب درجة  
حرارة المريض فكانت ٤, ٣٨°س. أوجد ما  
يعادلها بالفهرنهايت.

ج8: الموصل الحراري: هو أي مادة تنقل الطاقة  
الحرارية بسهولة  
الطاقة الحرارية هي مجموع طاقتي الوضع  
والحركة لجزيئات المادة

ج24: ص101 يملأ الماء الفراغات الهوائية؛ ولأن الماء أفضل كثيراً من الهواء في توصيل الطاقة الحرارية فإن المعطف يصبح موصلاً جيداً

ج25: ص101: الطاقة الحرارية للماء في الحوض تساوي مجموع الطاقة الحرارية للماء في الزجاجتين، ودرجة الحرارة تماثل درجتي حرارة الماء في الزجاجتين

### الدرس الأول

ج29: ص101: درجة الحرارة بالسليسيوس =  $286 - 273 = 13$  س

تنقل الطاقة بعيداً عن الجسم

ج30: ص101: ف =  $(5/9) س + 32 = 101.1$  س

### الدرس الثاني

#### موجات الصوت

الفكرة الرئيسية الصوت  
موجات طولية تنتقل عبر المادة فقط.

### الدرس الثالث

#### الضوء

الفكرة الرئيسية موجات الضوء  
الضوء موجات كهرومغناطيسية  
تنتقل عبر المادة وفي الفراغ.

### صعود وهبوط

يمارس راكب الأمواج هوايته، وهو الآن فوق قمة موجة، ولكن سرعان ما يتغير هذا؛ فالطاقة التي تحملها أمواج المحيط تجعل هذا الركوب مثيراً، وسوف يهبط الراكب سريعاً. وهناك أمواج أخرى تنقل الطاقة؛ فموجات الصوت والضوء تنقل إلينا الطاقة، مما يمكننا من سماع الأصوات ورؤية الأشياء في هذا العالم من حولنا.

دفتري العلوم اكتب فقرة موجزة تصف فيها أمواجاً شاهدتها.

موجات البحر ترتفع وتنخفض وتحرك الموجات بشكل غير منتظم وتصبح أكبر كلما اقتربت من الشاطئ

# نشاطات تمهيدية

## المطويات

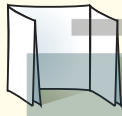
منظمات الأفكار

**الموجات** اعمل المطوية التالية لتساعدك على المقارنة بين صفات الموجات الطولية والمستعرضة.

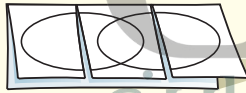
**الخطوة ١** اثنِ ورقة طويلاً من منتصفها.



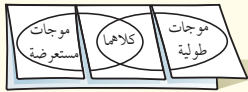
**الخطوة ٢** اطو الورقة مرتين لتحصل على ثلاثة أجزاء متساوية.



**الخطوة ٣** افتح الطيات الثلاث، وارسم دائرتين متقاطعتين، ثم قص الورقة العليا فقط من مكان الثني.



**الخطوة ٤** سجل بياناتك على الأجزاء كما في الشكل.



**أشكال فن** في أثناء قراءتك للفصل سجّل ما تجده من خصائص تنفرد بها الموجات الطولية على الورقة السفلى عن اليمين، وما تجده من خصائص تنفرد بها الموجات المستعرضة على الورقة السفلى عن اليسار، وما تحصل عليه من صفات مشتركة في الوسط .



## خصائص الموجة

عندما ترمي حجراً في بركة ماء ستلاحظ أن سطح الماء أخذ يرتفع وينخفض على شكل موجات تنتشر في جميع الاتجاهات. كيف يمكنك وصف هذه الموجات؟ في هذه التجربة سوف تعمل نموذجاً لنوع من الأمواج، وفي أثناء وصف النموذج سوف تتعلم شيئاً عن بعض الصفات العامة للموجات.

١. اعمل نموذجاً لموجة، بتشكيل سلك سميك طوله حوالي ٥٠ سم، على شكل سلسلة من الارتفاعات والانخفاضات.
٢. قارن ما قمت بإنجازه مع الأشكال الأخرى التي أنجزها زملاؤك. لاحظ عدد القمم في الموجة التي كونتها.
٣. أعد تشكيل النموذج الذي صنعته، بحيث تحصل على أعداد مختلفة من القمم في كل مرة .
٤. **التفكير الناقد** اكتب وصفاً لنموذجك الموجي، كيف تتغير المسافات بين القمم عندما يزداد عدد هذه القمم؟

**تقل المسافات بين القمم كلما زاد عددها**

# أتهياً للقراءة

## الربط

١ **أتعلم** اربط ما تقرؤه مع ما تعرفه مسبقاً. وقد يعتمد هذا الربط على الخبرات الشخصية (فيكون الربط بين النص والشخص)، أو على ما قرأته سابقاً فيكون (الربط بين النص والنص)، أو على الأحداث في أماكن أخرى من العالم (فيكون الربط بين النص والعالم).

اسأل في أثناء قراءتك أسئلة تساعدك على الربط، مثل: هل يذكرك الموضوع بتجربة شخصية؟ هل قرأت عن الموضوع من قبل؟ هل تذكرت شخصاً أو مكاناً ما في جزء آخر من العالم؟

٢ **أدرب** اقرأ النص أدناه، واربطه مع معرفتك السابقة، وتجربتك الشخصية.

ما الذي يسبب الصوت العالي الذي تسمعه؟

كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن ضرب غشاء مرن؟ عندما تضرب الغشاء المرن يهتز، وهذه الاهتزازات تنقل الطاقة إلى دقائق الهواء الملاصقة للغشاء، محدثة موجة صوتية في الهواء. وتستطيع سماع الصوت الناتج عن الغشاء المرن المهتز؛ لأن الطاقة قد انتقلت على شكل موجات صوتية من الغشاء إلى أذنيك. وكل صوت تسمعه يكون ناتجاً عن جسم مهتز؛ فعلى سبيل المثال تهتز أوتار خاصة داخل حنجرتك عندما تتكلم مصدرة موجات صوتية.

اعتماداً على الفقرة السابقة ما الذي يحدث للجسم لكي يولد صوتاً؟

ماذا نفعل لنحصل على الصوت من آلات وأجهزة أخرى؟

٣ **أطبّق** في أثناء قراءتك لهذا الفصل اختر خمس كلمات أو عبارات ذات علاقة بشيء تعرفه من قبل.

## إرشاد

اعمل ربطاً بين الأحداث التي تتذكرها والأماكن أو الأشخاص الذين مروا بك في حياتك اليومية. كلما كان الربط بينهم قوياً كان تذكرك أقوى.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يلي:

#### ١ قبل قراءة الفصل أجب عن العبارات في ورقة العمل أدناه:

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

#### ٢ بعد قراءة الفصل ارجع إلى هذه الصفحة لترى ما إذا كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. يزداد تردد الموجة بزيادة طولها الموجي.	
	٢. يمكن للصوت العالي أن يتلف حاسة السمع.	
	٣. تعتمد الطاقة التي تحملها الموجة على سرعة الموجة.	
	٤. الألوان المختلفة للضوء لها أطوال موجية مختلفة.	
	٥. موجات الصوت ذات التردد المنخفض لها حدة منخفضة.	
	٦. تنقل الموجة المادة من موضع إلى آخر.	
	٧. لا ينتقل الضوء في الفراغ.	
	٨. يمكن للعين البشرية رؤية معظم موجات الطيف الكهرومغناطيسي.	
	٩. سرعة الموجات الصوتية أكبر في الهواء الساخن منها في الهواء البارد.	
	١٠. يحدث الانكسار عندما تتغير سرعة الموجة لانتقالها من مادة إلى أخرى.	



# الموجات

## ما الموجات؟

في أثناء سباحتك في البحر يدلك ارتفاع الماء وانخفاضه على عبور الموجات بجانبك. بعض الموجات تكون قوية لدرجة أنها تدفعك بقوة إلى أعلى، وأحياناً تكون خفيفة تدفعك بلطف. إنك تعرف موجات الماء لأنك تشاهدها وتحس بحركتها. لكن هناك أنواعاً أخرى مختلفة من الموجات تحمل إشارات؛ فبعضها يحمل إشارات إلى أجهزة الراديو، والتلفاز، وموجات الصوت وموجات الضوء تنتشر حولك في كل مكان، وتمكنك من السماع والرؤية. كما أن الدمار الناتج عن الزلازل تسببه موجات.

**الموجات تنقل الطاقة وليس المادة** الموجة Wave اضطراب ينتقل عبر المادة أو الفراغ. والموجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر. ويمكنك مشاهدة موجات الماء كما في الشكل ١؛ فهي تحمل الطاقة، ثم تتحطم على الصخور المقابلة. فموجات الماء تنقل الطاقة عبر اهتزاز جزيئات الماء.

عندما تتحرك الموجة قد يبدو أنها تنقل المادة معها من مكان إلى آخر، لكن هذا لا يحدث؛ فعندما تتحرك الموجات خلال الأوساط الصلبة أو السائلة أو الغازية فإن المادة لا تنتقل معها. حركة الطائر، في الشكل ١، تنقل الطاقة إلى جزيئات الماء المجاورة، وهذه بدورها تنقل الطاقة إلى الجزيئات التي تليها، وهكذا حتى تنتشر الموجة بعيداً. فالاضطراب ينتقل على سطح الماء، أما جزيئات الماء فلا تغادر موقعها أبداً.



حركة الطائر تولد موجات على سطح الماء فننقل الطاقة خلال الماء.



الطاقة المنقولة عبر موجات المحيط يمكنها تحطيم الصخور.

## فيم هذا الدرس

### الأهداف

- تفسر كيف تنقل الموجات الطاقة.
- تميز بين الموجات الطولية والمستعرضة والكهرومغناطيسية.
- تصف خصائص الموجات.
- تصف انعكاس الموجات وانكسارها وحيودها.

### الأهمية

- الأجهزة المختلفة مثل التلفاز والمذياع والهاتف الجوال تستقبل المعلومات وترسلها عبر الموجات.

### مراجعة المفردات

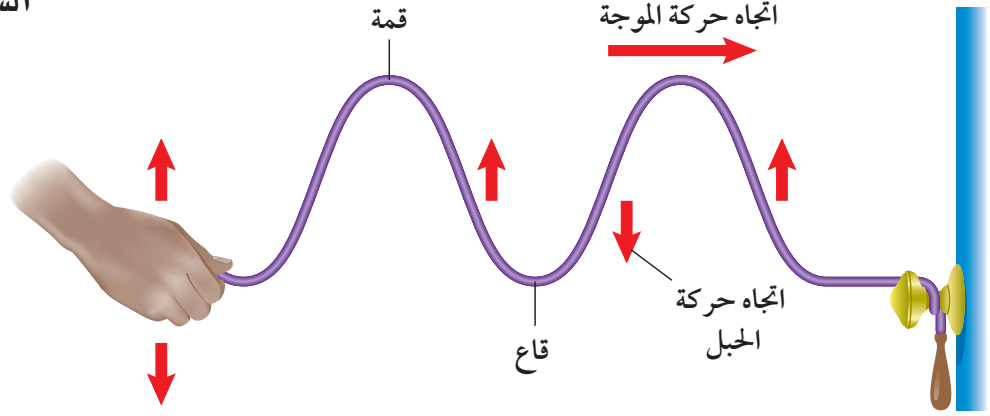
الكثافة: كتلة متر مكعب واحد من المادة.

### المفردات الجديدة

- الموجة
- الموجات
- المستعرضة
- الموجات
- الطولية
- الطول
- الموجي
- تردد الموجة
- قانون الانعكاس
- انكسار
- الحيود

**الشكل ١** الموجات تنقل الطاقة من مكان إلى آخر دون أن تنقل المادة من مكانها.

**الشكل ٢** تتولد موجات مستعرضة عندما تهز طرف الحبل إلى أعلى وإلى أسفل.



## أنواع الموجات

تنشأ الموجات عادة عن اهتزاز الأجسام، أي حركتها إلى الأمام والخلف. وطاقة اهتزاز الجسم هي ما يُنقل عبر الموجات. وهذه الطاقة تنتشر بعيداً عن الجسم المهتز بأنواع مختلفة من الموجات، فمنها ما يعرف بالموجات الميكانيكية، وهذه لا تنتقل إلاّ خلال وسط مادي، والأخرى تعرف بالموجات الكهرومغناطيسية، وهذه يمكنها الانتقال عبر المادة والفراغ.

### أ. أقسام الموجات الميكانيكية :

**١- الموجات المستعرضة** من أنواع الموجات الميكانيكية التي يبينها الشكل ٢ Transverse Waves التي تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة نفسها. فإذا ربطت طرف حبل مع مقبض باب، وأخذت تحرك الطرف الحر للحبل إلى أعلى وإلى أسفل فسوف تتولد موجات مستعرضة، تنتشر على طول الحبل. النقاط العليا في الموجات تسمى قممًا، بينما تسمى النقاط الدنيا فيها قيعانًا. وتوالي تولد القمم والقيعان بعضها تلو بعض يشكّل موجات مستعرضة؛ حيث تتحرك القمم والقيعان على طول الحبل، في حين أن دقائق جسم الحبل تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل.

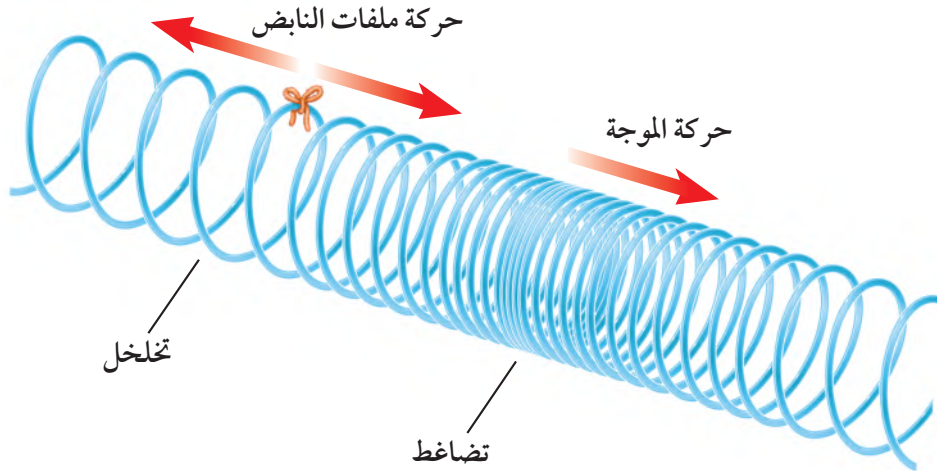
**٢- الموجات الطولية** نوع آخر من أنواع الموجات الميكانيكية، وتسمى أحياناً الموجات التضاغية. والشكل ٣ يبين موجات طولية تنتقل خلال نابض. **الموجات الطولية** Compressional Waves تسبب حركة دقائق المادة إلى الأمام وإلى الخلف في اتجاه انتشار الموجة نفسها.

الأمواج المستعرضة

**تجربة عملية**

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين





**الشكل ٣** الموجة المنتشرة في النابض مثال على الموجة الطولية.

في الشكل ٣ تسمى أماكن تقارب حلقات النابض تضاغطاً، بينما تسمى أماكن تباعد الحلقات تخلخلاً. وتوالي التضاغطات والتخلخلات بعضها تلو بعض يشكل موجة طولية؛ حيث تنتقل التضاغطات والتخلخلات على طول النابض، بينما تتحرك الحلقات إلى الأمام والخلف فقط.

كيف تتحرك جزيئات المادة في الموجات الطولية؟

ماذا قرأت؟

للخلف والأمام في اتجاه انتقال الموجة

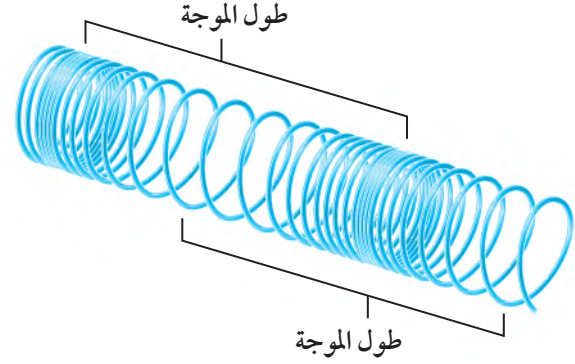
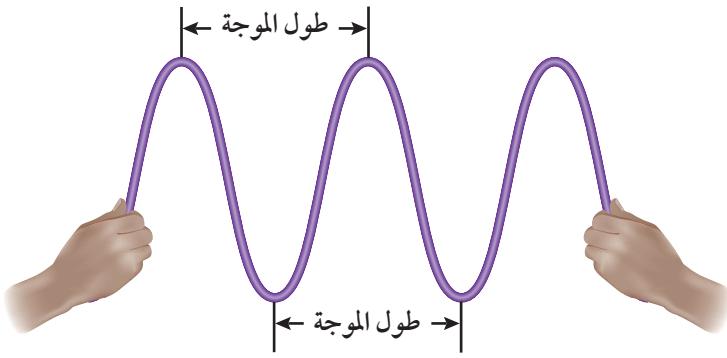
### ٣- الموجات السطحية عند حدوث الزلزال

تنتشر الموجات الزلزالية عبر الأرض. بعض هذه الموجات طولية، وبعضها الآخر موجات مستعرضة. والموجات الزلزالية المسببة لأغلب ما يحدث من دمار للمباني هي نوع من الموجات السطحية تسمى موجات رايلي (الموجات المتدحرجة)، وهي تراكب موجي من الموجات الطولية والمستعرضة معاً.

**ب. الموجات الكهرومغناطيسية** موجات الضوء والراديو والأشعة السينية جميعها أمثلة على الموجات الكهرومغناطيسية، وهي تشبه الموجات المتولدة في الجبل؛ في أنها موجات مستعرضة؛ حيث تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من جزأين، أحدهما كهربائي، والآخر مغناطيسي، وكلاهما يهتز بشكل يتعامد على اتجاه انتشار الموجة.

### خصائص الموجات

تعتمد خصائص الموجات على اهتزاز مصدر تلك الموجات. فعلى سبيل المثال لو حركت قلم رصاص بلطف في حوض ماء فسوف تتولد موجات خفيفة متباعدة تبدأ في الانتشار على سطح الماء. لكن لو حركت القلم بسرعة فستتولد موجات أكبر، ويكون تقارب بعضها من بعض أكثر.



الطول الموجي للموجة المستعرضة هو المسافة بين قمتين متتاليتين، أو قاعين متتاليتين، والطول الموجي للموجة الطولية هو المسافة بين مركزي تضاعطين متتاليتين أو مركزي تخلخلين متتاليتين.

#### الشكل ٤

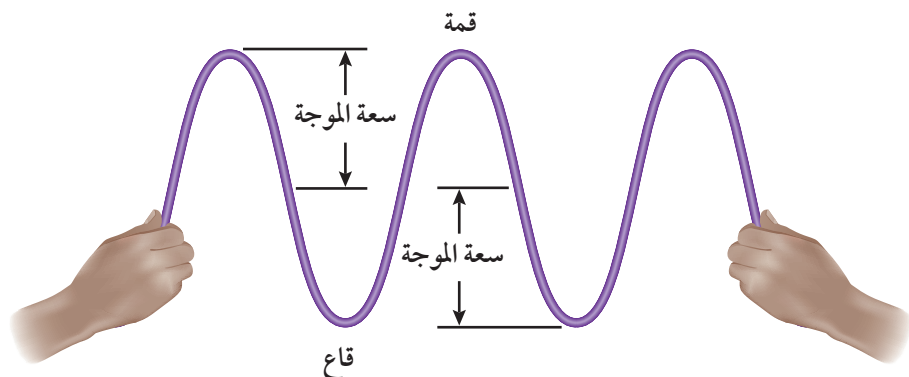
**الطول الموجي** تسمى المسافة بين نقطة على الموجة وأقرب نقطة أخرى إليها تتحرك بنفس سرعتها واتجاهها **الطول الموجي** Wavelength. والشكل ٤ يبين كيف يقاس الطول الموجي في كل من الموجات المستعرضة والموجات الطولية؛ فالطول الموجي للموجة المستعرضة هو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين. أما الطول الموجي للموجة الطولية فهو المسافة بين مركزي تضاعطين متتاليتين أو تخلخلين متتاليتين.

**التردد تردد الموجة** Frequency هو عدد الأطوال الموجية التي تعبر نقطة محددة خلال ثانية. إذا كنت تراقب موجات مستعرضة في حبل فإن ترددها هو عدد القمم أو القيعان التي تمر أمامك في الثانية الواحدة. وبالمطابقة نفسها يكون تردد الموجة الطولية هو عدد التضاعطات أو التخلخلات التي تمر أمامك في الثانية الواحدة.

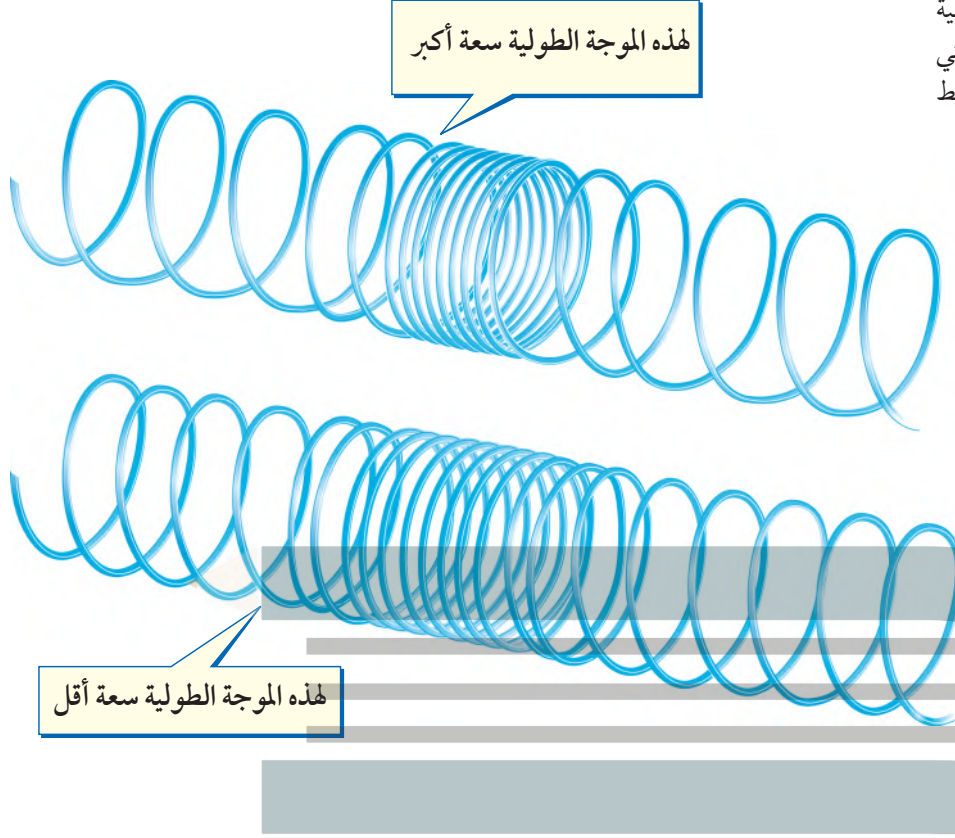
**سعة الموجة المستعرضة** للموجة خاصية أخرى تسمى السعة. افترض أنك حركت نهاية الحبل الحرة إلى أعلى وإلى أسفل مسافة كبيرة، فإنك بذلك تكون قد أحدثت موجة مستعرضة، فيها قمم عالية وقيعان عميقة، أي أن الموجة التي أنتجتها موجة كبيرة السعة. والسعة هي نصف المسافة العمودية بين القمة والقاع، كما في الشكل ٥. وبزيادة المسافة بين القمة والقاع تزداد سعة الموجة.

تعتمد سعة الموجة المستعرضة على ارتفاع القمة وانخفاض القاع.

#### الشكل ٥



**الشكل ٦** تعتمد سعة الموجة الطولية على كثافة المادة التي يحدث فيها التضاغط والتخلخل.



**سعة الموجة الطولية** تعتمد سعة الموجة الطولية على كثافة المادة في موقعي التضاغط والتخلخل، كما في الشكل ٦؛ فالموجات الطولية الكبيرة السعة تكون التضاغطات فيها أكثر تقاربًا، والتخلخلات أكثر تباعدًا بعضها عن بعض، مختلفة بذلك عن الموجة الطولية القليلة السعة؛ فاقتراب الحلقات في النابض المضغوط بعضها من بعض أكثر يسبب زيادة في تباعد الحلقات المجاورة لها أكثر.

**ماذا قرأت؟** ما المقصود بسعة الموجة الطولية؟

**السعة والطاقة**  
**المسافة بين مركزي تضاغط وتخلخل متتاليين**  
الطاقة التي تحملها الموجة مستعرضة في الجبل فإنك تنقل طاقة أكبر للموجة. ولأن الموجات الزلزالية الناتجة عن اهتزاز القشرة الأرضية تسبب الزلزال فإنه كلما زادت طاقة الموجات الزلزالية زادت سعتها وزاد الدمار الذي تحدثه في أثناء انتقالها على سطح الأرض.

### مسائل تدريبية:

ج1: المعطيات: الطول الموجي = 0.55 مترا

التردد = 0.6 هرتز

المطلوب: سرعة الموجة ع = ؟ م / ث

الحل: ع =  $0.55 \times 6 = 3.3$  م / ث

ج2: المعطيات: التردد = 15000 هرتز

السرعة = 1500 م / ث

المطلوب: الطول الموجي = ؟ م

طول الموجة = ع / د =  $1500 / 15000 = 0.1$  مترا

**سرعة الموجة** تعتمد سرعة الموجة على الوس

الموجات زاد عدد القمم أو القيعان التي تعبر نقطة  
سرعة الموجة إذا علمت كلاً من ترددها وطولها

معادلة سرعة الموجة

سرعة الموجة (م / ث) = طولها الموجي (م)

ع =  $\lambda \times د$  (م / ث)

حيث (ع) السرعة، و(د) التردد. والوحدة الدولي  
والهرتز الواحد يعني اهتزازاً واحداً في كل ثانية  
الثانية الواحدة (١ / ث). أما الحرف اليوناني  $\lambda$  (و)  
الطول الموجي، ويقاس بالمتر.

### حل معادلة بسيطة

#### تطبيق الرياضيات

**سرعة الصوت:** موجة صوتية ناتجة عن الرعد والبرق ترددها ٣٤ هرتز، وطولها الموجي ١٠ م. ما سرعة هذه الموجة؟

**الحل:**

١ المعطيات

الطول الموجي = ١٠ م

٢ المطلوب

التردد = ٣٤ هرتز  
سرعة الموجة ع = ؟ م / ث

٣ طريقة الحل

عوض بالقيم المعلومة لكل من التردد والطول الموجي في المعادلة:

ع =  $\lambda \times د = (١٠ م) \times (٣٤ هرتز) = ٣٤٠ م / ث$

٤ التحقق من الحل

قسّم الجواب على الطول الموجي ١٠ م. يجب أن تكون النتيجة هي التردد المعطى وهو ٣٤ هرتز.

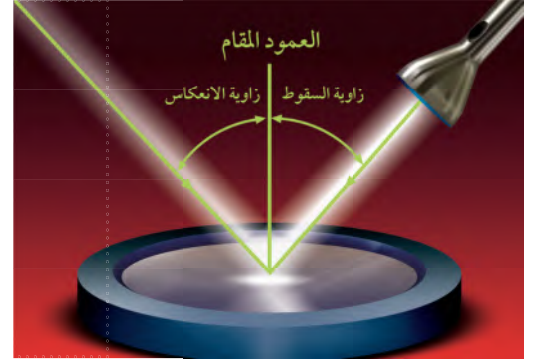
#### مسائل تدريبية

١. تنتشر موجة طولها ٥٥ م في وتر. إذا كان ترددها ٦٠ هرتز فما سرعتها؟

٢. موجة صوتية ترددها ١٥٠٠٠ هرتز، تنتشر في الماء بسرعة ١٥٠٠ م / ث. ما طولها الموجي؟

## الأمواج تغير اتجاهها

لا تستمر الموجات في الحركة بخط مستقيم دائماً. فعندما تنظر إلى المرآة تجدها قد غيرت اتجاه الضوء الساقط عليها إلى اتجاهك، أي أن الضوء غير اتجاهه عندما سقط على المرآة. فالموجات تنعكس (ترتد) عندما تسقط على سطح عاكس، وقد تغير اتجاهها عندما تدخل وسطاً آخر (تنكسر)، وقد تنحني حول حواف الأجسام (يحدث لها حيود).



**قانون الانعكاس** عندما ترتد الموجات عن سطح عاكس تخضع دائماً لقانون الانعكاس، كما في الشكل ٧. فالخط الذي يصنع زاوية  $90^\circ$  مع السطح يسمى العمود المقام على السطح. وينص **قانون الانعكاس** Law of Reflection على أن الزاوية التي تصنعها الموجة الساقطة مع العمود المقام (وتسمى زاوية السقوط) تساوي الزاوية التي تصنعها الموجة المنعكسة مع هذا العمود (وتسمى زاوية الانعكاس).

**الانكسار** تعتمد سرعة الموجة على خصائص الوسط الناقل. فموجات الضوء مثلاً تنتشر في الهواء بسرعة أكبر من سرعتها في الماء. ويبين الشكل ٨ أن تغير سرعة الضوء كان سبباً في تغير اتجاه موجته. فعندما انتقلت موجة الضوء من الهواء إلى الماء تباطأت سرعتها، مما سبب تغير (انحراف) في اتجاه مسارها. **فالنكسار** Refraction هو تغير اتجاه الموجة عندما تتغير سرعتها؛ بسبب انتقالها من وسط إلى آخر.

## تجربة

### انكسار الضوء

#### الخطوات

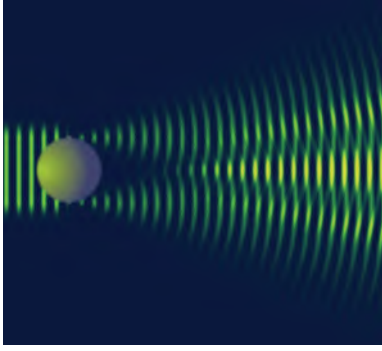
١. املاً كأساً زجاجية إلى نصفها بالماء.
٢. ضع قلم رصاص في الكأس، ثم صف ما تلاحظه.
٣. أضف المزيد من الماء برفق إلى الكأس، ثم صف كيف يتغير منظر القلم؟

#### التحليل

١. كيف يعتمد شكل القلم كما تراه على مستوى الماء في الكأس؟
٢. أين تتغير سرعة موجة الضوء القادمة من القلم؟
٣. استنتج ما علاقة شكل القلم - كما يبدو لك - بتغير سرعة الضوء؟

ج1: كلما ارتفع الماء في الكأس يزيد انكسار القلم  
ج2: تتغير سرعة موجة الضوء عندما تجتاز السطح الفاصل بين الهواء والماء  
ج3: يحدث انكسار للقلم عندما تتغير الموجة سرعتها وقد غيرت موجات الضوء اتجاهها عندما نقصت سرعتها نتيجة انتقالها من الهواء إلى الماء

**الشكل ٨** يحدث الانكسار عندما تتغير الموجة سرعتها. وقد غيرت موجات الضوء اتجاهها عندما نقصت سرعتها نتيجة انتقالها من الهواء إلى الماء.



**الشكل ٩** يعتمد حيود الموجة وانعطافها حول الجسم على حجم (أبعاد) الجسم وعلى طول الموجة.

**الحيود** تنحني الموجات عند الحواف بسبب ظاهرة **الحيود** Diffraction، وهو انعطاف الموجات حول حواف الأجسام. والشكل ٩ يبين أن الموجات لم تُحجَز تمامًا بسبب وجود جسم في مسارها، ولكنها تجاوزته، وانعطفت حوله. ويعتمد مقدار الحيود على حجم الجسم مقارنة بطول الموجة. فعندما يكون العائق (أبعاد الجسم) أكبر كثيرًا من الطول الموجي يكون الحيود صغيرًا، وعندها يظهر ظل خلف الجسم بالنسبة إلى أبعاد الجسم عندما يصبح الطول الموجي

مع أبعاد الكثير من الأجسام ونتيجة لذلك فإنك تسمع ت لا تراهم.

**ج1: الموجات تنقل الطاقة من جزيء إلى الجزيء المجاور**

**ج2: الموجات الطولية كبيرة السعة تكون أكثر تضاعفا في مناطق التضاعط وأكثر تخلخلا في مناطق التخلخل**

**ج3: سوف يقل الطول الموجي**

**ج4: الحجر الأثقل يمتلك طاقة حركية أكبر عندما يضرب الماء والطاقة الأكبر تولد أمواج ذات سعة أكبر**

**ج5: موجات الماء تسبب حركة الأنبوب الداخلي باتجاه الأعلى والأسفل**

**ج6: ع = طول الموجة × ترددها = 0.3 م/ث**

**ج7: طول الموجة = ع / د = 6 م**

• بوصف الموجه بطولها الموجي وسعتها وترددها.

• تزداد الطاقة التي تنقلها الموجة بزيادة سعتها.

• سرعة الموجة ع تساوي طولها  $\lambda$  مضروباً في

ترددها، أي أن:  $\lambda = ع \cdot د$

• تغير الموجات اتجاهها بالانكسار والانعكاس والحيود.

### اختبر نفسك

١. **حلل** كيف تنقل الموجة الطاقة من مكان إلى آخر دون أن تنقل معها المادة؟
٢. **فسر** كيف تتغير المسافات بين حلقات النابض عندما تزداد سعة الموجة الطولية المارة خلاله؟
٣. **توقع** كيف يتغير الطول الموجي لموجاتٍ عندما يزداد ترددها، مع بقاء سرعتها ثابتة؟
٤. **طبق** حِجران متماثلان، أحدهما ثقيل والثاني خفيف، أسقطا من ارتفاع واحد في بركة، وضح لماذا ينتج عن سقوط الحجر الأثقل موجاتٍ سعتها أكبر؟
٥. **التفكير الناقد** قارب سريع يولد موجات على سطح الماء، ويسحب أنبوباً عائماً، صف حركة الأنبوب عندما تمر به الموجات المتولدة خلف القارب.

### تطبيق الرياضيات

٦. **حساب سرعة الموجات** احسب سرعة موجة طولها ٢,٠ م وترددها ٥,١ هرتز.
٧. **حساب الطول الموجي** احسب الطول الموجي لموجة سرعتها ٣,٠ م/ث وترددها ٥,٠ هرتز.

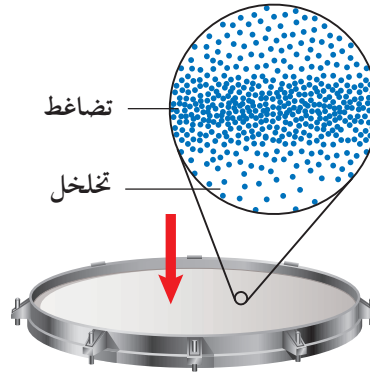
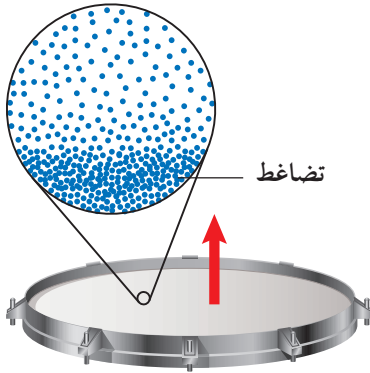


# موجات الصوت

## تكوّن موجات الصوت

كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن ضرب غشاء مرّن؟ عندما تضرب الغشاء المرّن يهتز، وهذه الاهتزازات تنقل الطاقة إلى دقائق الهواء الملاصقة للغشاء، محدثة موجة صوتية في الهواء. وتستطيع سماع الصوت الناتج عن الغشاء المرّن المهتز؛ لأن الطاقة قد انتقلت على شكل موجات صوتية من الغشاء إلى أذنيك. وكل صوت تسمعه يكون ناتجاً عن جسم مهتز؛ فعلى سبيل المثال تهتز أوتار خاصة داخل حنجرتك عندما تتكلم، مصدرة موجات صوتية.

**موجات الصوت طولية** الموجات الصوتية موجات طولية تنتج عن اهتزاز الأجسام. ويبين الشكل ١٠ كيف تنتج الموجات الصوتية الصادرة عن الغشاء المهتز؛ حيث ينتقل الاهتزاز إلى دقائق الهواء المجاورة، فتهتز الدقائق بالتردد نفسه. فعندما يتحرك الغشاء إلى الخارج يضغط دقائق الهواء المجاورة له محدثاً تضاعطاً، وعندما يعود مبتعداً إلى الداخل تتكون منطقة تخلخل في جزيئات الهواء، وينتقل هذا التضاعط والتخلخل عبر الهواء محدثاً موجات الصوت الطولية. موجات الصوت لا تنتقل إلا عبر الأوساط المادية؛ لأن الطاقة المنقولة بواسطة موجات الصوت تقلها تصادمات دقائق الوسط الناقل لهذه الموجات. فعلى سبيل المثال، لا يصدر أي صوت خارج جسم مركبة الفضاء عندما تكون خارج الغلاف الجوي.



## فيم هذا الدرس

### الأهداف

- **تصف** كيف تتولد موجات الصوت.
- **تفسر** كيفية انتقال موجات الصوت عبر المواد.
- **تصف** العلاقة بين علو الصوت وشدته.

### الأهمية

- **معرفتك** بعلم الصوت تساعدك على حماية حاسة السمع لديك.

## مراجعة المفردات

الإدراك: الإحساس، أو التمييز، أو فهم الأشياء.

## المفردات الجديدة

- شدة الصوت
- حدة الصوت
- تكرار الصدى

**الشكل ١٠** اهتزاز غشاء مرّن يُنتج موجات صوتية، حيث يولد الغشاء تضاعطاً كلما اهتز نحو الخارج وتخلخلاً كلما اهتز نحو الداخل.

## سرعة الصوت

تعتمد سرعة موجات الصوت على نوع الوسط الذي تنتقل خلاله، مثلها مثل باقي الموجات؛ وتكون سرعة الصوت في المواد الصلبة أكبر منها في السائلة وأكبر منها في الغازات. ويبين الجدول ١ سرعة الصوت في مواد مختلفة. وكذلك تزداد سرعة الصوت في المادة بزيادة درجة حرارتها، ويكون أثر تغيير درجة الحرارة كبيراً في حالة الغازات، فمثلاً تزداد سرعة الصوت في الهواء من ٣٣١ م/ث عند درجة صفر°س، إلى ٣٤٩ م/ث عند ٣٠°س.

كيف تؤثر درجة الحرارة في سرعة الصوت في المادة؟

ماذا قرأت؟

## تزداد سرعة الصوت بارتفاع درجة الحرارة

### علو الصوت

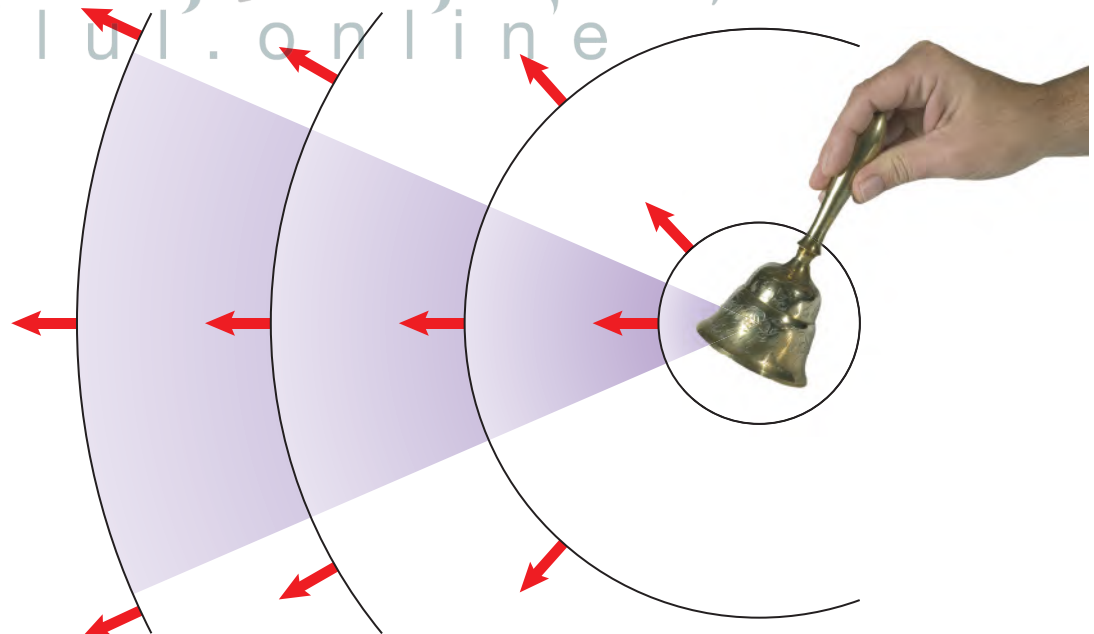
ما الذي يجعل الصوت عالياً أو خافتاً؟ الشخص في الشكل ١١ يمكنه إصدار صوت عال بهز الجرس بقوة، ويمكنه إصدار صوت خافت بهز الجرس برفق، ويكون الفرق بين الحالتين في مقدار الطاقة التي أعطاها الشخص للجرس؛ فالصوت العالي يحمل طاقة أكبر مما يحمله الصوت الخافت.

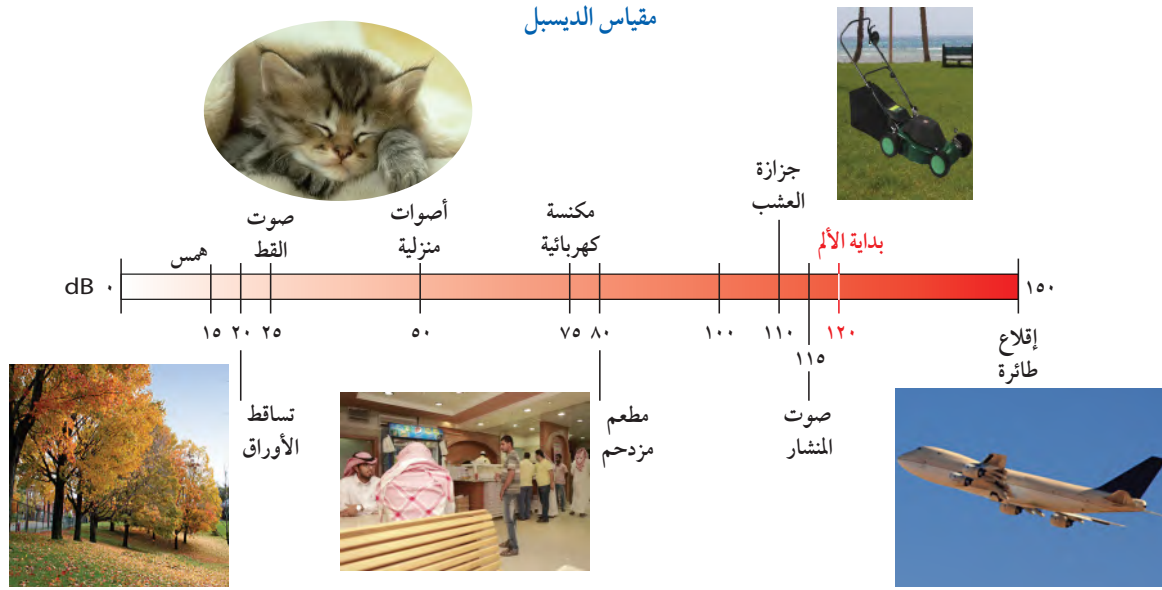
**الشدة** كمية الطاقة الصوتية التي تحملها الموجة التي تعبر مساحة محددة خلال ثانية واحدة تسمى **شدة الصوت** Intensity. ويوضح الشكل ١٢ كيف تتناقص شدة الصوت كلما ابتعدنا عن مصدر الصوت. فالشخص القريب من مصدر الصوت يسمعه بشدة عالية، بينما يكون الصوت أقل شدة لدى شخص آخر يقف بعيداً عن مصدر الصوت. وترتبط شدة موجات الصوت مع سعتها؛ فالصوت الذي سعته كبيرة يكون عالي الشدة.

الشكل ١١ يعتمد علو الصوت على كمية الطاقة التي تحملها موجات الصوت.



الشكل ١٢ تتناقص شدة موجات الصوت كلما انتشر الصوت مبتعداً عن مصدره؛ حيث تتوزع الطاقة التي تحملها موجات الصوت على مساحة أكبر.





**الشكل ١٣** يبين مقياس الديسبل هذا مستويات الصوت لبعض الأصوات المألوفة. **تحقق** ما نسبة مستوى شدة صوت جزاة العشب إلى مستوى شدة الصوت في مطعم مزدحم؟

**مستوى الصوت وعلو الصوت** يتم التمييز بين شدة الأصوات المختلفة من خلال مستوى شدتها والذي يُقاس بوحدة ديسبل (dB)، كما هو موضح في الشكل ١٣. إن أخفض صوت يمكن للإنسان سماعه يكون بمستوى شدة صفر ديسبل، في حين تكون المعاداة العادية بين شخصين بمستوى شدة ٥٠ ديسبل. والأصوات التي يكون مستوى شدتها ١٢٠ ديسبل أو أكثر تكون مؤلمة للإنسان.

وعلو الصوت هو ما يدركه الإنسان من خلال إحساسه بشدة الموجات الصوتية؛ فعند زيادة مستوى شدة الصوت بمقدار ١٠ ديسبل، فإن الطاقة التي تحملها موجاته تتضاعف عشر مرات. إلا أن معظم الناس يدركون ذلك على أنه مضاعفة علو الصوت مرتين فقط، وإذا ازداد مستوى شدة الصوت إلى ٢٠ ديسبل مثلاً، فإن الطاقة التي تحملها موجات الصوت تتضاعف ١٠٠ مرة، أما علو الصوت فيزيد ٤ مرات.

✓ **ماذا قرأت؟** كم مرة تتضاعف طاقة الصوت إذا زاد مستوى شدته بمقدار ٣٠ ديسبل؟

## التردد وحدة الصوت

يتحدد تردد الصوت من خلال تردد المصدر المهتز المولد لموجات الصوت. تذكر أن تردد الموجة يقاس بوحدة هرتز، وهي عدد الاهتزازات التي يُنتجها الجسم في الثانية الواحدة. فتردد الموجات الصوتية الصادرة عن طائرة نفائسة لحظة الإقلاع يصل إلى حوالي ٤٠٠٠ هرتز، بينما يصل تردد الموجات الصوتية الصادرة عن بعض الطيور إلى حوالي ٢٠ هرتز. ويستطيع الإنسان عادة سماع الأصوات التي يتراوح ترددها بين ٢٠ هرتز و ٢٠٠٠٠ هرتز.

**حدة الصوت** Pitch خاصية للصوت تعتمد على تردد موجاته الواصلة إلى الأذن، وهي تميز الأصوات الرفيعة (الحادة) من الأصوات الغليظة. فصوت الصفارة ذو حدة

الشكل ١٣ يبين مقياس الديسبل هذا مستويات الصوت لبعض الأصوات المألوفة. **تحقق** ما نسبة مستوى شدة صوت جزاة العشب إلى مستوى شدة الصوت في مطعم مزدحم؟

**الربط مع الصحة**

**تلف السمع**

التعرض الدائم على أصوات تتجاوز شدتها ٨٥ ديسبل قد يسبب تلف السمع.

ابحث في أضرار الأصوات العالية التي تعرضت لسماعها في حياتك، ومنها صوت الدراجة النارية، والضوضاء في ملاعب الكرة.

عالية. والأصوات ذات الحدة المرتفعة تردداتها عالية، بينما الأصوات ذات الحدة المنخفضة تردداتها منخفضة.

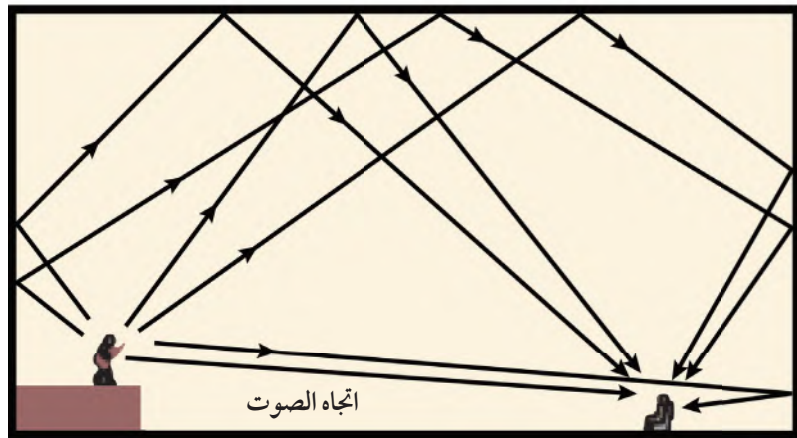
## انعكاس الصوت

هل وقفت يوماً في غرفة فارغة من الأثاث وقد سمعت صدى صوتك وأنت تنادي بصوت مرتفع؟ درست سابقاً مفهوم الصدى وهو سماع الصوت بعد انعكاسه عن السطوح العاكسة. ولتجنب حدوث الصدى في القاعات الكبيرة والمسارح، فإنها تصمم، كما هو موضح بالشكل ١٤، بحيث تبطن جدرانها الداخلية وأسقفها بمواد لينة تعمل على امتصاص طاقة موجات الصوت، بدلاً من انعكاسها.

يستفاد من ظاهرة الصدى في تحديد مواقع الأجسام التي تعترض مسار الأمواج الصوتية؛ إذ تعتمد بعض المخلوقات - ومنها الخفاش والدلفين وغيرهما - على هذه الظاهرة في حركتها، فترسل موجات صوتية قصيرة عالية التردد في اتجاه مساحة محدّدة، ثم تستقبل الموجات المنعكسة وتفسّر لها لتحديد طبيعة الأجسام، ومواقع الحيوانات الأخرى، وتعرف خصائصها. كذلك يستخدم الأطباء انعكاس الموجات فوق السمعية ليرسموا بالحاسوب صورة لأعضاء الجسم، يعتمد عليها في تشخيص حالة المريض، وتستخدم كذلك لفحص الأجنة.

وهناك حالات يتكرر فيها سماع الصدى أو ما يعرف بتكرار الصدى reverberation وذلك عند إصدار صوت في مكان مغلق أو شبه مغلق. ويُستفاد من ذلك في القاعات الكبيرة في التغلب على التناقص المستمر في شدة الموجات الصوتية؛ نتيجة انتشارها على مساحة أوسع وابتعادها عن مصدرها. ويتم ذلك بتجميع الأصوات المنعكسة عن جدران وسقف القاعة، كما في الشكل ١٥، وذلك بحسابات دقيقة؛ لمراعاة وضوح الصوت وعدم حدوث تشويش.

**الشكل ١٤** قاعة حديثة مجهزة بمواد قادرة على امتصاص طاقة الموجات الصوتية، للتحكم في صدى الصوت وانعكاساته المختلفة.



**الشكل ١٥** رسم تخطيطي يوضح كيفية الاستفادة من تكرار الصدى.

ج1: يداك تسبب اضطراباً في جزيئات الهواء المجاورة لها فتنتقل هذه الاهتزازات عبر الهواء إلى أذنك ثم إلى دماغك الذي يميز هذه الاهتزازات على شكل صوت

## الدرس ٢

ج2: انتقال الصوت في الهواء خلال الصيف أسرع

### اختبر نفسك

١. **وضح** لماذا تسمع صوتاً عندما تصفق؟
٢. **توقع** متى تكون سرعة الصوت في الهواء أكبر: صيفاً أم شتاءً؟
٣. **قارن** بين الأمواج الصوتية لشخصين أحدهما يصيح والآخر يهمس؟
- صف** كيف تنشأ الاهتزازات في أذنك عند وصول الصوت إليها؟ وكيف تسمع؟
- التفكير الناقد** تنشأ الأصوات عن الاهتزازات. لماذا لا تسمع صوتاً عندما تحرك يدك إلى الأمام وإلى الخلف في الهواء؟

### تطبيق الرياضيات

٦. **حساب النسبة** صوتان الأول شدته ٥٠ ديسبل، والثاني شدته ٢٠ ديسبل، كم مرة يساوي علو الصوت الأول علو الصوت الثاني؟
٧. **حساب الزيادة في الشدة** إذا تضاعفت الطاقة التي تحملها موجات صوت ما ألف مرة، فكم مرة تتضاعف شدته؟ **وضح** إجابتك.

ج3: كلاهما موجات طولية يمكنها الانتقال عبر الهواء وقد يكون لهما التردد نفسه موجات الصوت الناتجة عن الصراخ سعة أكبر وتحمل طاقة أكبر

ج4: تصل موجات الصوت إلى أذنك وتسبب اهتزاز طبلة الأذن وذا يسبب اهتزاز عظيمات الأذن الثلاث في الأذن الوسطى ثم تهتز العظيمات فيهتز بسببها السائل الدهليزي في القوقعة وتقوم الخلايا العصبية بإرسال رسائل حول الصوت للدماغ

ج5: اليد تحرك جزيئات الهواء بشكل بطيء جداً فينتج صوت بتردد منخفض جداً لا يمكن للأذن سماع

ج6: يعلو الصوت الأول عن الصوت الثاني بـ 30 ديسبل

ج7: تتضاعف شدته 8 مرات

اوت لايت  
h u l u l . o n l i n e



# الضوء

## فيه هذا الدرس

### الأهداف

- تعرّف خصائص موجات الضوء.
- تصف الطيف الكهرومغناطيسي.
- تصف أنواع الموجات الكهرومغناطيسية التي تنتقل من الشمس إلى الأرض.
- تفسر الرؤية عند الإنسان، وتمييزه لألوان الأشياء.

### الأهمية

الضوء ضروري لرؤية الأشياء. وهناك أمواج كهرومغناطيسية أخرى غير الضوء تستخدم في الهواتف الخلوية وأفران الميكروويف.

### مراجعة المفردات

الطيف: مدى من قيم خصائص ترددات الصوت.

### المفردات الجديدة

- الموجات الكهرومغناطيسية
- الطيف الكهرومغناطيسي
- الموجات تحت الحمراء
- موجات فوق بنفسجية

**الشكل ١٦** يعكس القمر ضوء الشمس، فتنتقل موجات الضوء إلى عينيك فتري القمر. **استنتج** هل يمكن لموجات الصوت أن تنتقل من القمر إلى الأرض؟ وضع إجابتك.

لا، لأنه لا يوجد مادة بين الأرض والقمر تنتقل موجات الصوت

## الموجات في الفراغ

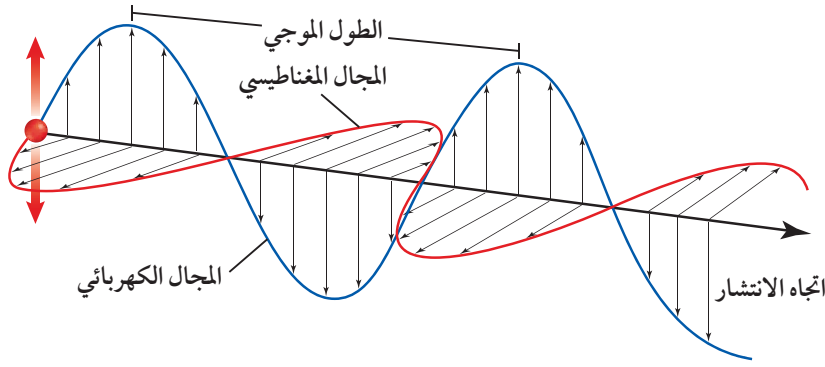
في ليلة صافية يبدو القمر ساطعاً، كما في الشكل ١٦؛ حيث تنتقل موجات الضوء المنعكسة عن القمر في اتجاه الأرض، وتنتقل موجات الضوء عبر المادة، مثلها في ذلك مثل سائر الموجات، كما في موجات الصوت أو الماء، ولكنها تختلف عنهما في إمكانية انتقالها عبر الفراغ؛ فأنت ترى القمر على الرغم من عدم وجود مادة في الفراغ بين الأرض والقمر، وكذلك يصل إلينا الضوء من النجوم والمجرات البعيدة عبر الفضاء السحيق الذي لا تشغله مادة؛ لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية، **والموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves** يمكنها الانتقال عبر المادة أو الفراغ.

**سرعة الضوء** لعلك شاهدت في بعض الأفلام الخيالية مركبات فضائية تسافر بسرعة أكبر من سرعة الضوء! في الواقع لا شيء من ذلك يحدث؛ فسرعة الضوء في الفراغ كبيرة جداً، ولا يمكن لجسم التحرك بهذه السرعة؛ حيث ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كم/ث. فضاء الشمس يقطع مسافة ١٥٠ مليون كيلومتر تقريباً ليصل الأرض خلال ثماني دقائق ونصف الدقيقة فقط.

لكن عند انتقال الضوء في أي مادة فإنه يتصادم مع دقائق المادة، فتقل سرعته. ولذلك فإن سرعة الضوء في الفراغ أكبر مما في المواد الصلبة، سرعة الضوء في الزجاج مثلاً تساوي ١٩٧٠٠٠ كم/ث.

**الطول الموجي للضوء وتردده** هل يمكنك تقدير طول موجة الضوء؟ بسبب صغر الطول الموجي للضوء فإنه يقاس بوحدة صغيرة جداً تسمى (نانومتر)، والنانومتر الواحد جزء من بليون جزء من المتر، فالطول الموجي للضوء الأخضر مثلاً هو (٥٠٠ نانومتر) أو ٥٠٠ جزء من بليون من المتر، ويكون تردد موجة الضوء التي لها هذا الطول الموجي ٦٠٠ تريليون هرتز.





**الشكل ١٧** موجات الضوء مستعرضة وتتكون من مجالين متذبذبين أحدهما مغناطيسي والآخر كهربائي متعامدين أحدهما مع الآخر ومع اتجاه انتشار الموجات.

## خصائص موجات الضوء

موجات الضوء وجميع الموجات الكهرومغناطيسية الأخرى موجات مستعرضة. تذكر أن الموجات المتولدة في الحبل المهتز مستعرضة؛ لأنها تتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة، فعندما تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية خلال المادة تجعل دقائق المادة تهتز في اتجاه يتعامد مع اتجاه انتقال الموجة.

تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من جزأين: كهربائي ومغناطيسي، كما يبين الشكل ١٧، وكل جزء يسمى مجالاً، ويتذبذب في اتجاه عمودي على الآخر. ويسمى عدد الاهتزازات التي يحدثها المجالان الكهربائي والمغناطيسي في الثانية الواحدة تردد الموجة. أما الطول الموجي فهو المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليتين لتذبذب المجال الكهربائي أو المغناطيسي.

**شدة الموجات الضوئية** تعد شدة الموجات مقياساً لمقدار الطاقة التي تحملها هذه الموجات. أما عن الضوء فإن شدة موجاته تحدد مقدار سطوعه؛ فالضوء الخافت له شدة منخفضة؛ لأن موجاته تحمل القليل من الطاقة. وعندما تبتعد عن مصدر الضوء تشتت طاقته، فتقل شدته.

✓ **ماذا قرأت؟** ما الذي يحدد شدة موجات الضوء؟

## كمية الطاقة التي تحملها الموجات والبعد عن مصدر الضوء

لا تنحصر الموجات الكهرومغناطيسية في موجات الضوء فقط؛ فهناك طيف كامل من الموجات الكهرومغناطيسية، كما يوضح الشكل ١٨. **الطيف الكهرومغناطيسي** Electromagnetic Spectrum هو مدى كامل لكافة الترددات الكهرومغناطيسية، وأطوالها الموجية. يمثل أحد طرفي الطيف الترددات المنخفضة، أي الموجات التي لها أطوال موجية كبيرة وتحمل القليل من الطاقة. أما على الطرف الآخر فتقع الترددات العالية التي تمثل موجات لها أطوال موجية قصيرة وتحمل طاقة كبيرة. وكافة الموجات من موجات الراديو إلى الضوء المرئي إلى أشعة جاما - تمثل موجات الطيف الكهرومغناطيسي، ولا يختلف أي منها عن الآخر إلا في تردده وطول موجته والطاقة التي يحملها.

تشتت أمواج الضوء

**تجربة عملية**

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

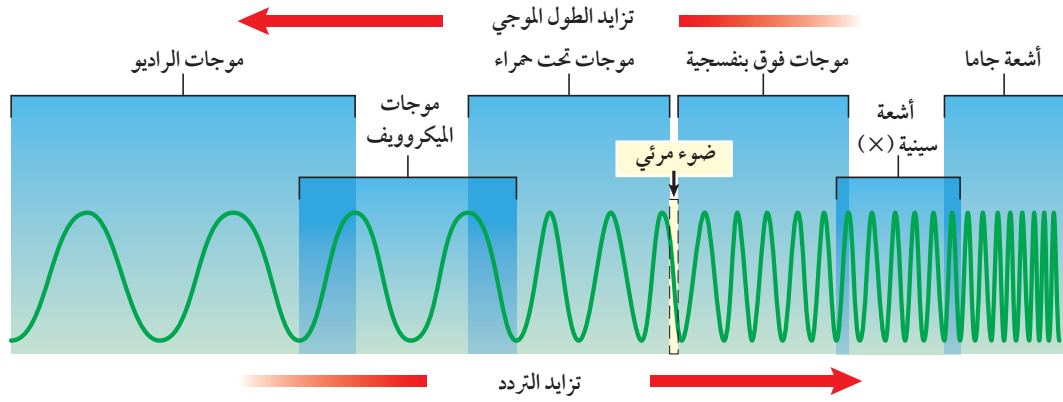


**العلوم**  
عبر المواقع الإلكترونية

**الليزر**

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للبحث عن ارتباطات تفيدك في معلومات توضح سبب اكتساب ضوء الليزر أهميته من شدة الضوء الذي يُنتجه.

**نشاط:** اكتب فقرة قصيرة تصف فيها ثلاثة استخدامات لليزر.



**الشكل ١٨** للموجات الكهرومغناطيسية مجال واسع من الترددات، والأطوال الموجية يسمى الطيف الكهرومغناطيسي. **تحقق** كيف يتغير تردد الموجات الكهرومغناطيسية بتغير أطوالها الموجية؟

**يزداد التردد**

**أمواج الراديو والميكروويف** الموجات التي تنقل المعلومات إلى أجهزة التلفاز والمذياع في منزلك هي موجات راديوية، والأطوال الموجية لها تزيد على ٣, ٠ متر. ويصل الطول الموجي لبعضها آلاف الأمتار. وأقصر الموجات الراديوية تسمى موجات الميكروويف؛ حيث يتراوح طولها الموجي بين ٠, ٠٠١ متر إلى ٣, ٠ متر، وتستخدم هذه الموجات في تسخين الطعام في فرن الميكروويف، وتستخدم كذلك في إرسال واستقبال المعلومات عبر خلايا الهاتف النقال.

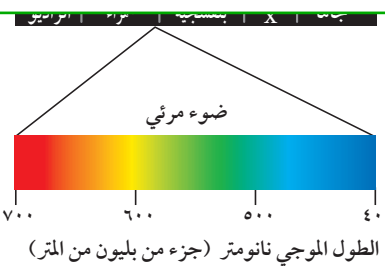
**الموجات تحت الحمراء** عندما تستخدم جهاز التحكم في التلفاز (الريموت) فإنك ترسل موجات تحت حمراء، يستقبلها مجسّ خاص بالتلفاز. **والموجات تحت**

**الحمراء** Infrared Wave طول موجي يتراوح بين ٠, ٠٠١ متر إلى ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. وتصدر جميع الأجسام الساخنة موجات تحت حمراء. ونظراً إلى هذه الخاصية في الأجسام تستخدم الجيوش وفرق الإنقاذ وغيرها نظارات أو مناظير ليلية خاصة حساسة للموجات تحت الحمراء لكي تحدد مواقع الأجسام الساخنة أو الأشخاص في الظلام.

**الضوء المرئي والألوان** من بين الموجات الكهرومغناطيسية، هناك حزمة مميزة تنحصر أطوالها بين ٤٠٠ و ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. وسبب تميزها أن هذا الجزء من الموجات هو ما يتمكن الإنسان من رؤيته، ولذلك يسمى الضوء المرئي. ويبين الشكل ١٩ كيف ترتبط الأطوال الموجية المختلفة مع ألوان الضوء المختلفة؛ فالضوء الأبيض ومنه ضوء الشمس الذي نراه أو ضوء المصباح اليدوي يتركب من ألوان مختلفة. ويمكنك التأكد من ذلك باستخدام منشور لتحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة، فعندما ينفذ الضوء الأبيض عبر المنشور فإن الأطوال الموجية المختلفة تنكسر بمقادير مختلفة، فتظهر الألوان المختلفة. ويكون انكسار الضوء البنفسجي هو الأكثر؛ لأن له أقصر الأطوال الموجية المرئية، في حين يكون انكسار اللون الأحمر هو الأقل.

**الشكل ١٩** الضوء المرئي يشكل نطاقاً من الموجات الكهرومغناطيسية تتراوح أطوالها بين ٤٠٠ - ٧٠٠ جزء من بليون من المتر. ويعتمد لون الضوء المرئي على طوله الموجي. **حدد** لون الضوء المرئي الذي له أعلى تردد.

**تردد الضوء البنفسجي هو الأعلى**



**ماذا قرأت؟** ما مدى الأطوال الموجية للموجات الكهرومغناطيسية التي يمكن للناس رؤيتها؟

**بين 400 إلى 700 جزء من بليون من المتر**

## فصل الأطوال الموجية

### الخطوات

١. ضع المنشور الزجاجي في ضوء الشمس، بحيث تظهر ألوان الطيف بوضوح.
  ٢. ضع المنشور على سطح الطاولة، ثم سلط عليه ضوءاً من مصباح يدوي. وسجل ملاحظاته.
  ٣. سلط ضوء الليزر على المنشور، وسجل ملاحظاته.
- تحذير: لا تسلط ضوء الليزر على عيون زملائك.

### التحليل

١. حدّد ما إذا كان الضوء الصادر عن الشمس والضوء الصادر عن المصباح اليدوي لهما موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.
٢. حدّد ما إذا كان الضوء الصادر عن جهاز الليزر له موجات ضوئية ذات أطوال مختلفة أم لا.

**الموجات فوق البنفسجية** الموجات الكهرومغناطيسية التي تقع أطوالها الموجية بين ١٠ أجزاء إلى ٤٠٠ جزء من البليون من المتر تسمى **موجات فوق بنفسجية** Ultraviolet Waves. وهذه الأطوال الموجية أقصر من الأطوال الموجية للضوء المرئي. كذلك فإن هذه الموجات تحمل طاقة أكثر من الطاقة التي تحملها موجات الضوء المرئي. وتحتوي أشعة الشمس التي تصل إلى سطح الأرض على جزء صغير منها، وهو الذي يؤدي إلى حرق الجلد عند تعرضه لأشعة الشمس المباشرة فترة طويلة. ويؤدّي طول التعرض لموجات الأشعة فوق البنفسجية إلى تدمير خلايا الجلد، وقد تؤدي إلى سرطان الجلد. ويحتاج جسم الإنسان إلى القليل من التعرض للأشعة فوق البنفسجية هذه لتكوين فيتامين د الذي يساعد على بناء العظام السليمة والأسنان.

**الأشعة السينية وأشعة جاما** موجات الطيف الكهرومغناطيسي التي لها أكبر طاقة وأعلى تردد وأقصر أطوال موجية. فإذا تعرض شخص لكسر في أحد عظامه فإن الإجراء الفوري الذي يتخذه الطبيب هو التصوير بالأشعة السينية لمنطقة الإصابة؛

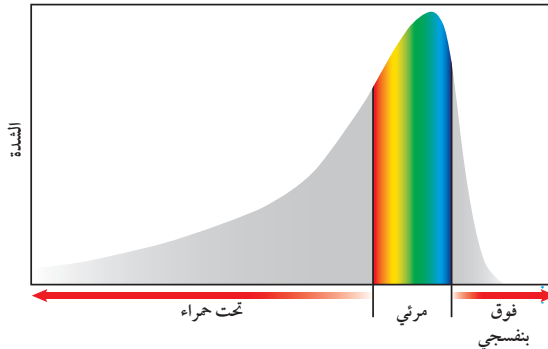
**ج1: يغير الضوء اتجاهه عندما يمر عبر المنشور ومشاهدة طيف الألوان بسبب أن كل لون له طول موجي مختلف وينكسر بزاوية مختلفة عن اللون الآخر**

**ج2: يتكون ضوء الليزر من طول موجي واحد فقط**

سبحانه وتعالى ان الغلاف الجوي للأرض يعمل على امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ويمنعها من الوصول إلى الأرض. ولولا ذلك لأهلكنا هذه الأشعة الفتاكة ما على سطح الأرض من حياة. قال تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا السَّمَاءَ

سَقْفًا مَحْفُوظًا وَهُمْ عَنْ آيَاتِهَا مُعْرِضُونَ ﴿٣٢﴾ الأنبياء. ولذلك فإن ما يصل إلى سطح الأرض من طاقة الشمس هو ما تحمله الموجات الكهرومغناطيسية المرئية والموجات تحت الحمراء.

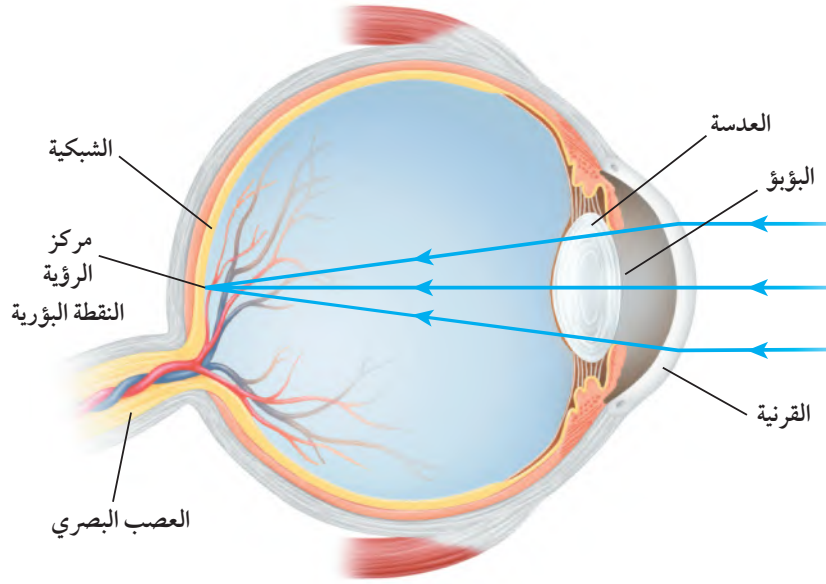
موجات كهرومغناطيسية من الشمس



**الشكل ٢٠** إن ٤٩% من الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبعث من الشمس تقع ضمن الأشعة تحت الحمراء، و٤٣% ضوء مرئي، و٧% فوق بنفسجية.

## الشكل ٢١ القرنية والعدسة تجمعان

الضوء الذي يدخل عينيك  
ليشكل صورة واضحة على  
الشبكية تُرسل في صورة  
إشارة عصبية للدماغ.



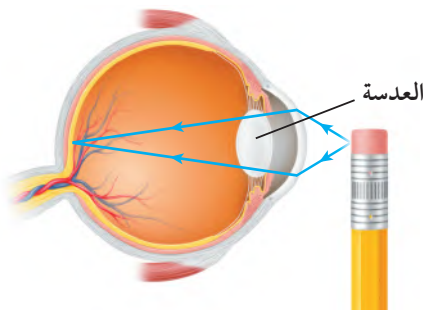
## العين ورؤية الضوء

تري العين الأجسام عندما يدخل الضوء المنبعث من الجسم أو المنعكس عن الجسم إلى العين، كما يبين الشكل ٢١. يعبر الضوء أولاً طبقة شفافة من العين تسمى القرنية، ثم العدسة الشفافة، وهي مرنة؛ حتى تتمكن من تغيير شكلها، عندما تركز نظرك على أجسام قريبة أو بعيدة، كما يوضحه الشكل ٢٢. وفي بعض الحالات المرضية - والتي تسمى عيوب الإبصار - لا تتمكن العين من تكوين صورة واضحة للأجسام البعيدة أو القريبة، كما يبين الشكل ٢٣ على الصفحة التالية.

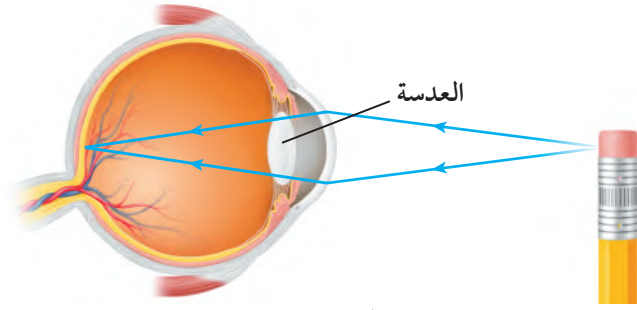
**ما سبب ألوان الأجسام؟** عندما تسقط موجات الضوء على جسم فإن بعضها ينعكس عنه، وتحدد الأطوال الموجية لهذا الجزء المنعكس من الضوء لون الجسم؛ فعند سقوط الضوء على وردة حمراء مثلاً تنعكس عنها الأمواج التي تقع أطوالها الموجية ضمن الجزء الأحمر من الطيف المرئي. أما الأجسام التي تبعث الضوء فإن لونها يتحدد بالأطوال الموجية للضوء المنبعث منها. فضوء النيون يظهر باللون الأحمر لأنه يبعث أمواجاً تقع أطوالها الموجية ضمن الجزء الأحمر من الطيف المرئي.

## الشكل ٢٢ يتغير شكل عدسة العين

عندما تركز نظرك على  
جسم قريب أو جسم بعيد.



تصبح العدسة أكثر تحدباً عندما تركز النظر على جسم قريب.



تصبح العدسة أكثر انبساطاً عندما تركز النظر على جسم بعيد.

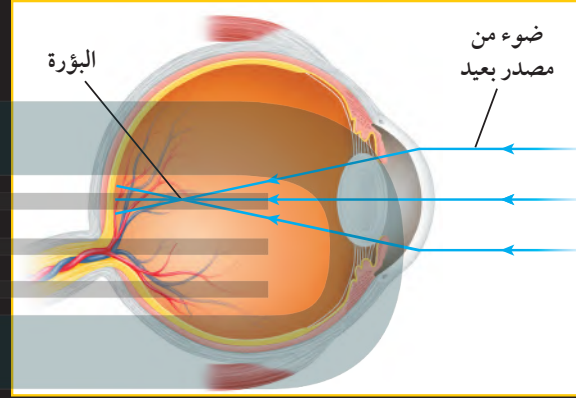
## المشاكل الشائعة للرؤية

الشكل ٢٣

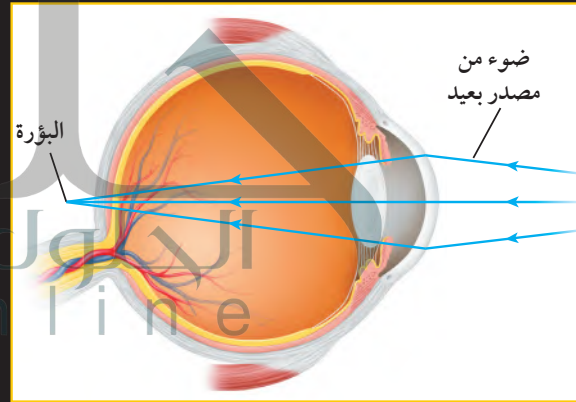
ينفذ الضوء في عين الإنسان خلال قرنية وعدسة العين الشفافتين اللتين تركزان الضوء القادم من الجسم على شبكية العين مكونة صورة واضحة. وتظهر مشاكل الرؤية عندما لا تتكون الصورة على الشبكية. وأكثر مشاكل الإبصار شيوعاً هي طول النظر وقصر النظر.



▶ **قصر النظر** يتمكن الشخص المصاب بقصر النظر من رؤية الأجسام القريبة بوضوح، أما الأجسام البعيدة فلا يستطيع رؤيتها بوضوح. وينتج قصر النظر عندما يكون الجسم الكروي للعين (مقلة العين) أكثر استطالة، مما يؤدي إلى تكون صورة الأجسام البعيدة في مكان قبل الشبكية، وتصحح هذه المشكلة بوضع نظارات طبية أو عدسات مقعرة لاصقة، وكذلك تستخدم جراحة الليزر لتصحيح قصر النظر بإعادة تشكيل القرنية من أجل معالجة المشكلة.



▶ **طول النظر** يتمكن الشخص المصاب بطول النظر من رؤية الأجسام البعيدة بوضوح، ولكنه لا يستطيع رؤية الأجسام القريبة بوضوح، وينتج طول النظر عندما تكون كرة العين (مقلة العين) قصيرة جداً، حيث إن الضوء القادم من الجسم البعيد لا يتجمع عندما يصل الشبكية ليكون صورة واضحة عليها.



ويصحح طول النظر أيضاً باستعمال نظارات أو عدسات محدبة مناسبة. يصاب الناس بطول النظر عندما يتقدمون في السن؛ حيث تطرأ تغيرات على شكل عدسة العين. ويمكن تصحيح طول النظر باستخدام جراحة الليزر. ▶

ج1: الأطوال الموجية الأكبر طولاً هي موجات الراديو وأقصرها طولاً هي

أشعة جاما

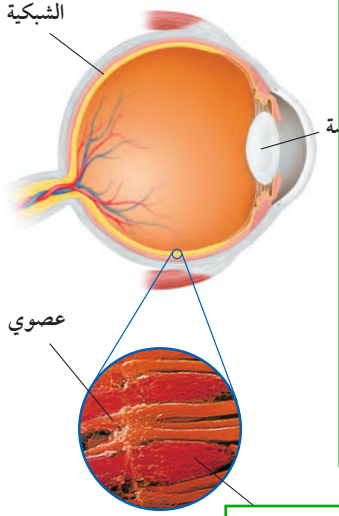
ج2: جميعها موجات كهرومغناطيسية

موجات الراديو: أكبرها طول موجي وأقل تردد

أشعة جاما: لها أقصر طول موجي وأكبر تردد

الضوء المرئي: له طول موجي وتردد يقعان بين موجات الراديو وأشعة جاما

لتشكل الصورة الملونة للجسم الذي تراه.



والعصوية في شبكية العين  
ت عصبية للدماغ.

ج3: كلاهما خلايا عصبية توجدان في شبكية العين البشرية وتساعدنا على الإبصار

الخلايا العصوية: حساسة للضوء الخافت وتساعد على الرؤية في الظلام

أما الخلايا المخروطية: فحساسة للألوان المختلفة

### اختبر نفسك

١. حدد الموجات الكهرومغناطيسية التي لها أكبر طول موجي

والموجات الكهرومغناطيسية التي لها أقصر طول موجي.

٢. صف الفرق بين موجات الراديو، والضوء المرئي، وأشعة جاما.

٣. قارن بين الخلايا العصوية والخلايا المخروطية في شبكية عين الإنسان.

٤. وضح لماذا يكون معظم ما يصل سطح الأرض من الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس ضمن الأمواج تحت الحمراء وموجات الضوء المرئي؟

٥. التفكير الناقد وضح لماذا يتناقص سطوع الضوء المنبعث من مصباح كلما ابتعدت عنه؟

### تطبيق المهارات

٦. رسم خريطة مفاهيم صمم خريطة مفاهيم تبين تسلسل الخطوات التي تحدث عندما تشاهد جسمًا أزرق اللون.

٧. تمييز السبب والنتيجة لماذا ينتقل الضوء في الفراغ بسرعة أكبر من سرعته في الأجسام؟

ج4: تشع الشمس معظم إشعاعها على شكل موجات

تحت حمراء وضوء مرئي وأشعة فوق بنفسجية

ومعظم الموجات فوق بنفسجية يتم حجبها عن

الأرض بواسطة الغلاف الجوي للأرض

ج5: لأن الطاقة المحمولة بموجات الضوء تنتشت على

مساحة أكبر كلما ابتعدنا عن المصدر الضوئي

الشمسية وعوضاً عن ذلك تحت الحمراء

ج6: يسقط الضوء على الجسم --- الجسم يعكس اللون

الأزرق --- يسقط الضوء المنعكس من الجسم على شبكية

العين --- ترسل الخلايا المخروطية إشارات إلى الدماغ

--- يرى الجسم ويحدد لونه

عند سقوط الضوء على الشبكية تحس به الخلايا

العصوية والمخروطية، وهي خلايا حساسة للضوء،

ج7: لأنها تتفاعل مع جزيئات المادة ودقائقها الأخرى

مما يعيق حركتها

## انحناء الضوء

### سؤال من واقع الحياة

ماذا يحدث لموجات الضوء عندما تسقط على السطح الفاصل بين مادتين؟ بعض الموجات ينعكس عن السطح الفاصل، وبعضها ينفذ في المادة الثانية، فيتغير اتجاهها، أي تنكسر في المادة الثانية. ماذا يحدث لموجات الضوء عندما تسقط على الحد الفاصل بين الهواء ومادة أخرى؟

### الخطوات

١. كون جدول بيانات كالجدول التالي:

انحناء الضوء بواسطة عدة سطوح		
السطح	كيف يتأثر الشعاع؟	الألوان المتكونة
مرآة		
علبة قرص مدمج		
ماء		
منشور		

٢. اعمل شقاً طوله ٣ سم وعرضه ٢ ملم في قرص دائري من الورق المقوى، وثبت الورق المقوى باستخدام الشريط اللاصق على واجهة المصباح اليدوي.

٣. أشعل المصباح اليدوي في غرفة مظلمة، وأسقط ضوءه بزاوية على مرآة مستوية، ثم حدد ما إذا انعكس شعاع المصباح أو انكسر أو نفذ عبر المرآة. انظر إلى لون الشعاع بعد سقوطه على المرآة. هل تغير لون الضوء الأبيض؟ سجل ملاحظاتك في الجدول الذي كونته في دفترك.

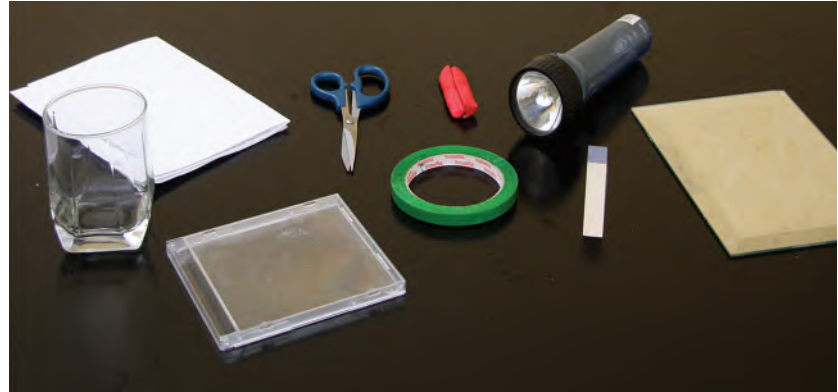
### الأهداف

- **تقارن** بين انعكاس الضوء وانكساره ونفاذه.
- **تلاحظ** كيف أن انكسار الضوء الأبيض ينتج عنه ألوان مختلفة للضوء.

### المواد والأدوات

- قطعة صغيرة من ورق مقوى
- مقص
- شريط لاصق
- مصباح يدوي
- مرآة مستوية
- حافظة أقراص مدمجة شفافة
- كأس زجاجية سعتها ٢٥٠ مل
- منشور

### إجراءات السلامة



## استخدام الطرائق العلمية

٤. خذ حافظة الأقراص المدمجة الشفافة، وأسقط الضوء عليها بزاوية. هل حدث نفاذ للضوء؟ سجل ملاحظاتك حول مقدار التغير في اتجاه الشعاع، والألوان الناتجة.
٥. املاً الكأس الزجاجية بالماء، وأسقط ضوء المصباح على أحد جوانب الكأس، بحيث تلاحظ وجود الشعاع داخل الماء، ثم حرك شعاع الضوء من جهة إلى جهة أخرى حول الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
٦. أسقط ضوء المصباح على أحد أوجه المنشور، وحرك المصباح حوله حتى تشاهد الضوء الخارج من المنشور وهو يتحلل إلى عدة ألوان، ثم سجل ملاحظاتك.

### تحليل البيانات

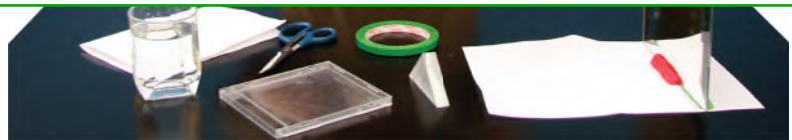
١. أي الأجسام سبب انعكاس الضوء، وأيها سبب انكساره، وأيها نفذ الضوء من خلاله؟
٢. أي الأجسام جعلت الضوء ينكسر ويتحلل إلى ألوان مختلفة؟ ← **المنشور**

### الاستنتاج والتطبيق

١. **قارن** بين سلوك موجات الضوء عندما تسقط على المرآة، وعندما تسقط على حافظة الأقراص المدمجة الشفافة.
٢. **وضح** لماذا غير الشعاع المار خلال حافظة الأقراص المدمجة الشفافة اتجاهه، أو لماذا لم يغير اتجاهه؟
٣. **وضح** كيف تغير شعاع الضوء بعد مروره خلال المنشور؟

- ج1: عندما سقطت موجات الضوء على المرآة فإنها انعكست ولكن عندما سقطت على حافظة الأقراص المدمجة الشفافة نفذ منها الضوء دون أي انحراف
- ج2: لم يتغير اتجاه الشعاع فهو نفذ منا لأنها مادة شفافة تسمح بنفاذ الأشعة الضوئية دون أي انحراف
- ج3: عندما مر شعاع الضوء خلال المنشور انكسر وتحلل الشعاع الضوئي إلى 7 ألوان وهي ألوان الطيف

الضوء في



# اكتشافات مفاجئة

بعض الاكتشافات العظيمة  
لم تكن مقصودة

## استكشاف الكون

### فرع جديد لعلم الفلك

ومن حسن الحظ، فقد أعجب بعض العلماء بالاكتشاف الذي توصل إليه جانسكي. فقد قام جروت ريبير Grote Reber ببناء تلسكوب راديوي، وتأكيد اكتشاف جانسكي، وقام بإجراء أول دراسة مسحية منظمة حول موجات الراديو القادمة من الفضاء. وبذلك وُلد فرع جديد هو علم الفلك الراديوي. في السابق كان بإمكان علماء الفلك ملاحظة المجرات البعيدة عن طريق جمع الضوء الصادر عن نجومها. لكنهم لم يتمكنوا من ملاحظة الغيوم الغازية أو الجسيمات الصغيرة حول المجرات. ولموجات الراديو القادمة من المجرات القدرة على اختراق الغازات والغبار الموجود في الفضاء. ويتيح هذا لعلماء الفلك عمل الصور للمجرات أو الأجسام الأخرى التي لا يتمكنون من رؤيتها. ونتيجة لذلك تمكن العلماء من اكتشاف أجسام لم يروها، منها أشباه النجوم والنوابض.

الألوان البيضاء المزرقة هي كل ما تستطيع رؤيته من دون موجات الراديو



قام جانسكي ببناء هذا الهوائي لكشف موجات الراديو القادمة من مجرة درب التبانة

قبل استخدام موجات الراديو عبر المحيط الأطلسي في عام ١٩٠٢م، كانت السفن تتواصل فيما بينها عن طريق الرؤية المباشرة. وقد كان اكتشاف موجات الراديو تقدمًا مذهلاً في هذا المجال، ولكنه لم يخلُ من مشكلات تؤدي إلى انقطاع الاتصال أحيانًا. في عام ١٩٣٠م حاولت مختبرات بل "Bell Labs" إجراء تحسينات على

طريقة التواصل عبر موجات الراديو باستخدام موجات راديو قصيرة يتراوح مداها بين ١٠ و ٢٠م. وقد تم تكليف كارل جانسكي "Karl Jansky" حل مشكلات التواصل عن طريق موجات الراديو.

### اكتشاف غير متوقع

قام جانسكي ببناء هوائي لاستقبال موجات الراديو التي طولها الموجي ١٤,٥ م. وثبت الهوائي على أسطوانة بحيث يستطيع إدارتها في أي اتجاه. وأطلق زملاؤه اسم "جولة مرح لجانسكي" على هذا العمل. بعد تسجيل الإشارات لعدة أشهر، وجد جانسكي أن هناك ثلاثة أنواع من الانقطاعات في الاتصال، اثنان منها كانا بسبب العواصف الرعدية القريبة أو البعيدة. أما السبب الثالث للانقطاع فكان غير متوقع، إذ ظهر أنه قادم من مركز مجرة درب التبانة! وقد أراد جانسكي متابعة هذا الاكتشاف غير المتوقع. إلا أن "مختبرات بل" كانت قد حققت أهدافها، التي تركزت على الاتصالات، وليس على علم الفلك.

**تجربة** ابحث حول كيفية تحويل علماء الفلك لموجات الراديو التي يتم استقبالها بالتلسكوب الراديوي إلى صور للمجرات والنجوم.



العلوم عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.

## مراجعة الأفكار الرئيسة

## الدرس الأول الموجات

١. تنقل الموجات الطاقة من مكان إلى آخر دون أن تنقل المادة
٢. تحرك الموجات المستعرضة دقائق المادة عمودياً على اتجاه انتشار الموجات.
٣. تحرك الموجات الطولية دقائق المادة في اتجاه انتشار الموجات.
٤. سرعة الموجة تساوي حاصل ضرب طولها الموجي في ترددها.

## الدرس الثالث الضوء

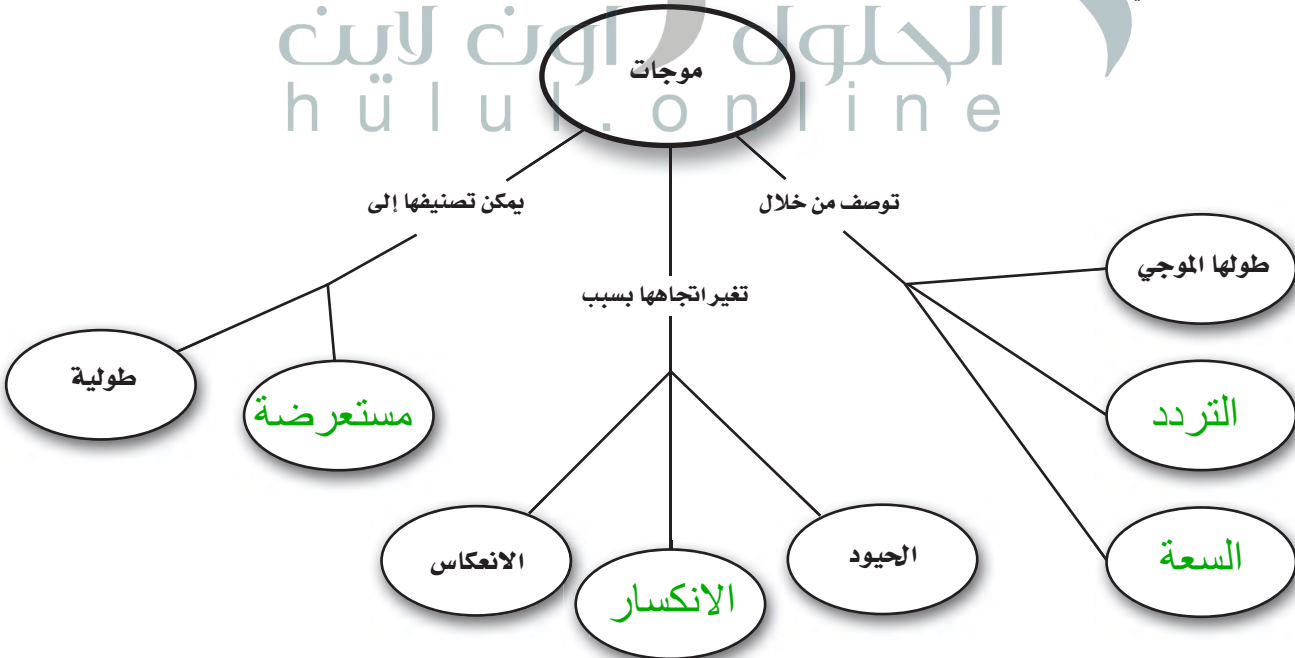
١. الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة تنتقل في الأوساط المادية وفي الفراغ.
٢. موجات الضوء موجات كهرومغناطيسية.
٣. يسمى مدى الترددات والأطوال الموجية للموجات الكهرومغناطيسية الطيف الكهرومغناطيسي.
٤. ترى جسمًا عندما تدخل موجات الضوء الصادرة عن الجسم أو المنعكسة عنه إلى عينيك، وتسقط على خلايا الشبكية الحساسة للضوء.

## الدرس الثاني موجات الصوت

١. موجات الصوت طولية تنتج عن اهتزاز جسم ما.

## تصور الأفكار الرئيسة

انقل المخطط الآتي إلى دفتر العلوم، ثم أكمله.



ج18: لا تستطيع أذن الإنسان سماع موجات الراديو وعند سماع صوت المذياع فإنه يتم تحويل موجات الراديو إلى موجات صوتية داخل جهاز المذياع

ج19: السرعة = المسافة ÷ الزمن

$$\text{الزمن (بالثواني)} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{300000}{401300000} = 133706 \text{ ثانية}$$

$$\text{الزمن} = \frac{60}{1336706} = 22.3 \text{ دقيقة}$$

١٠. أي مما يأتي ينتقل فيه الصوت أسرع؟

- أ. الفراغ  
ب. الماء  
ج. الفولاذ  
د. الهواء

١١. تعتمد زيادة حدة الصوت على زيادة إحدى الخواص التالية، وهي:

- أ. الشدة  
ب. التردد  
ج. الطول الموجي  
د. علو الصوت

١٢. تستخدم أحياناً مواد لينة في قاعات الاحتفالات لمنع حدوث واحدة من الظواهر التالية، وهي:

- أ. الانكسار  
ب. الحيود  
ج. التضاعط  
د. الصدى

١٣. أي مما يأتي ليس موجات مستعرضة؟

- أ. موجات الراديو  
ب. الموجات تحت الحمراء  
ج. موجات الصوت  
د. الضوء المرئي
١٤. أي خواص الموجات التالية تحدد مقدار الطاقة التي تحملها الموجة؟

- أ. السعة  
ب. التردد  
ج. الطول الموجي  
د. سرعة الموجة

١٥. أي الفقرات التالية تعطي أفضل وصف لسبب انكسار الموجات عند نفاذها من مادة إلى أخرى؟

- أ. زيادة الطول الموجي  
ب. زيادة في سعة الموجة

ج. تغير في سرعة الموجة

د. نقصان التردد

١٦. ما الذي يولد الموجات؟

- أ. الصوت  
ب. الحرارة  
ج. نقل الطاقة  
د. الاهتزازات

املاً الفراغ بالمفردات المناسبة.

١. يسمى انحناء الموجة عند نفاذها من مادة إلى أخرى.....**الانكسار**.....

٢. يعود انحناء الموجات حول حواف الأجسام إلى ظاهرة **حيود الموجات**

٣. يسمى مدى ترددات الموجات الكهرومغناطيسية وأطوالها الموجية **الطيف الكهرومغناطيسي**

٤. تسمى كمية الطاقة التي تحملها الموجة والتي تعبر مساحة محدّدة في الثانية الواحدة.....**الشدة**.....

٥. في الموجات **المستعرضة**... تتحرك دقائق المادة بشكل يتعامد مع اتجاه انتشار الموجة.

٦. **تردد**..... الموجة هو عدد الأطوال الموجية التي تعبر نقطة ما في الثانية الواحدة.

٧. في الموجات.....**الطولية**..... تتحرك دقائق المادة في اتجاه انتشار الموجة إلى الأمام وإلى الخلف.

### تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة

٨. إذا كانت المسافة بين القمة والقاع لموجة هي ٦, ٠ متر، فما سعة الموجة؟

- أ. ٣, ٠ م  
ب. ١, ٢ م  
ج. ٦, ٠ م  
د. ٢, ٤ م

٩. الوحدة التي تستخدم لقياس التردد هي:

- أ. ديسبل  
ب. هرتز  
ج. متر  
د. متر/ ثانية

ج20: تزداد حدة الصوت لزيادة تردده

ج21: الموجة العلوية تمثل موجة معدلة في السعة والمسافات بين البطون أو التردد لا يتغير بينما الموجة في الشكل السفلي تمثل تعديل في التردد حيث تتغير المسافة بين البطون ولا تتغير السعة

ج22: الضوء الأزرق أكثر انحرافاً والأحمر هو الأقل فالانحراف يقل بنقصان تردد الموجة ويزداد بنقصان الطول الموجي

ج23: تتحذب العدسة أكثر ليتمكنها التركيز على الأجسام القريبة منها وتنتسطح ليتمكنها التركيز على الأجسام البعيدة أي أن تحذب عدسة العين ليس ثابتاً

١٧. أي مما يأتي له أطوال موجية أكبر من الأطوال الموجية

للضوء المرئي؟

أ. الأشعة السينية

ب. أمواج الراديو

ج. أشعة جاما

د. الأمواج فوق البنفسجية

٢٢. استنتج كيف يعتمد مقدار انحراف موجات الضوء على

تردها عند نفاذ الضوء عبر منشور؟ وكيف يعتمد مقدار

الانحراف على الطول الموجي لموجات الضوء؟

٢٣. صف كيف تغير عدسة عينك شكلها عندما تنظر في

البداية إلى الساعة في معصمك، ثم تنظر بعدها إلى جبل

بعيد؟

### أنشطة تقويم الأداء

### التفكير الناقد

٢٤. ملصق استقص كيف ينتج المذياع الصوت، واصنع

ملصقاً تصف فيه المذياع وطريقة عمله.

٢٥. نموذج اصنع أداة صوتية من مواد شائعة، ثم اشرح

لزملائك كيف أنها تعطي ترددات مختلفة؟

١٨. توقع موجات الراديو التي ترسلها محطات الإذاعة تصل

إلى جهاز المذياع وإلى أذنك. هل من الممكن لأذن الإنسان

أن تسمع موجات الراديو؟ ما الدليل على إجابتك؟

١٩. حل معادلة أرسلت سفينة فضاء غير مأهولة على

المريخ موجات راديو إلى الأرض. فإذا كانت المسافة

بين الأرض والمريخ في أبعد موقع له عن الأرض هي

٤٠١٣٠٠٠٠٠ كم، فكم دقيقة تحتاج هذه الإشارة حتى

تصل إلى الأرض؟

٢٠. ميز السبب والنتيجة عندما يضرب شخص غشاء مرن

يصدر صوت له حدة معينة. وعند شد غشاء مرن وضربه

مرة أخرى ينتج صوت له طول موجي قصير، كيف

تكون حدة هذا الصوت؟ ولماذا؟

٢١. فسر رسوماً علمية من طرائق نقل الإشارات بموجات

الراديو إلى مذياع تغيير السعة، وهذا ما يعرف بتعديل

السعة (AM). وهناك طريقة أخرى هي تغيير التردد،

وتسمى تعديل التردد (FM). أي الموجتين التاليتين يوضح

تعديل السعة (AM)، وأيهما يوضح تعديل التردد (FM)؟

### تطبيق الرياضيات

٢٦. مستوى الإزعاج مطعم مزعج تصل شدة الصوت

فيه إلى ٨٠ ديسبل، وآلة قص العشب تصدر صوتاً

شدته ١١٠ ديسبل، كم مرة يساوي علو صوت

الآلة علو الصوت في المطعم؟

٢٧. طول موجات الصوت موجات صوتية ترددها

١٥٠ هرتز، تنتقل بسرعة ٣٤٠ م/ث. ما طولها

الموجي؟

٢٨. الأمواج فوق الصوتية يستخدم الطبيب أحياناً

موجات صوتية مرتفعة التردد لتشخيص بعض

الحالات المرضية، فإذا استخدم موجات ترددها ٥

ملايين هرتز، وانتقلت عبر أنسجة الجسم بسرعة

١٥٠٠ م/ث، فما الطول الموجي المستخدم؟

٢٩. تردد أمواج الراديو ما تردد أمواج الراديو التي

طولها الموجي ١٥ متراً، إذا كانت تنتقل بسرعة

٣٠٠٠٠٠٠٠٠ م/ث.

ج26: الفرق في الشدة = 30 لذلك فإن علو

صوت الآلة يساوي 8 مرات علو صوت المطعم

ج27: ع = طول الموجة × ترددها

طول الموجة = ع / د = 2.27 متر

ج28: د = ع / طول الموجة

= 20000000 / 15 = 1333333.3 م/ث

### أسئلة الاختيار من متعدد

### الجزء الأول

استخدم الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين ١ و ٢.

سرعة الصوت في مواد مختلفة	
المادة	السرعة م/ث
الهواء (٢٠°س)	٣٤٣
الزجاج	٥٦٤٠
الفولاذ	٥٩٤٠
الماء (٢٥°س)	١٤٩٣
ماء البحر (٢٥°س)	١٥٣٣

١. يبين الجدول السابق سرعة الصوت في مواد مختلفة. ما المسافة التي يقطعها الصوت في الهواء خلال ٢,٣٨ ث، إذا كانت درجة حرارة الهواء ٢٠°س؟

- أ. ١٤٤ م  
ب. ٣٤٣ م  
ج. ٦٨٤ م  
د. ٨١٦ م

٢. إذا انتقل الصوت مسافة ٢١٤٦ م في مادة خلال ١,٤ ث، فما هذه المادة؟

- أ. هواء ٢٠°س  
ب. زجاج  
ج. ماء ٢٥°س  
د. ماء البحر ٢٥°س

استخدم الصورة التالية في الإجابة عن السؤالين ٣ و ٤.



٣. درجة حرارة الماء في الكأسين الزجاجيتين الموضحتين في الصورة السابقة هما: ٣٠°س، وصفرو°س. أي الجمل التالية صحيحة فيما يتعلق بالكأسين الزجاجيتين؟

- أ. للماء البارد أعلى متوسط طاقة حركية.  
ب. للماء الساخن أقل طاقة حرارية.  
ج. سرعة جزيئات الماء البارد أكبر.  
د. لجزيئات الماء الساخن طاقة حركية أكبر.

٤. الفرق بين درجتي حرارة الماء في الكأسين الزجاجيتين ٣٠°س. ما الفرق بين درجتي حرارتهما بوحدة الكلفن؟

- أ. ٣٠ ك  
ب. ٨٦ ك  
ج. ٢٤٣ ك  
د. ٣٠٣ ك

٥. أي مما يلي يصف الثلجة؟

- أ. محرك حراري  
ب. مضخة حرارية  
ج. ناقل حرارة  
د. موصل  
٦. تعمل آلة الاحتراق الداخلي على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة:

- أ. كيميائية  
ب. ميكانيكية  
ج. إشعاعية  
د. كهربائية

٧. أي العبارات التالية لا تمثل خطوة ضمن مراحل عمل محرك الاحتراق الداخلي ذي الأشواط الأربعة؟

- أ. الضغط  
ب. العادم  
ج. الخمول  
د. القدرة

١٣. لماذا تكون جدران القاعات والمسارح مبطنة من الداخل بمواد لينة خاصة؟

١٤. إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء ٣٤٣ م/ث، وتردد موجاته ٥, ٣٧ هرتز، فما مقدار الطول الموجي لموجات الصوت؟

١٥. إذا علمت أن سرعة جميع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ هي ٣٠٠٠٠٠٠٠٠ م/ث، فما مقدار تردد موجات الراديو التي طولها الموجي ١٠ م؟

### الجزء الثالث أسئلة الإجابات المفتوحة

١٦. صف عملية الإبصار، منذ دخول الضوء إلى عينك، حتى خروج الإشارة العصبية إلى الدماغ.

١٧. صف كلاً من الموجات الطولية، والموجات المستعرضة، مبيّناً الفرق بين النوعين.

١٨. وضح لماذا تكون سرعة انتقال الصوت في بعض المواد أكبر من بعضها الآخر؟ وكيف تؤثر درجة حرارة المادة في تغير سرعة الصوت فيها؟

استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤالين ١٩، ٢٠.



ج11: لأن محرك الديزل لا يحتوي على شمعة الاحتراق لذا يجب أن يضغط مزيج الوقود بدرجة كافية من أجل أن يشتعل في حجرة الاحتراق

ج12: تتضاعف الطاقة 100 مرة

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤال ٨.

المادة	الحرارة النوعية (جول / كجم.س°)
ألومنيوم	٨٩٧
نحاس	٣٨٥
رصاص	١٢٩
نيكل	٤٤٤
زنك	٣٨٨

٨. استخدمت عينة كتلتها ٥٠ جم من كل فلز في الجدول أعلاه، وشكلت على هيئة مكعب. إذا زود كل مكعب بطاقة حرارية مقدارها ١٠٠ جول، فأأي فلز تتغير درجة حرارته أكبر ما يمكن؟

أ. الألومنيوم  
ب. النحاس  
ج. الرصاص  
د. النيكل

### الجزء الثاني أسئلة الإجابات القصيرة

٩. إذا أضفت ثلجاً إلى كأس زجاجية فيها ماء له درجة حرارة الغرفة، فهل يسخن الماء الثلج أم يبرد الثلج الماء؟

١٠. تنتج الرياح القوية التي تحدث خلال عاصفة رعدية عن الاختلاف في درجة الحرارة بين الكتل الهوائية المتجاورة. فهل تتوقع أن ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة فوق الكتلة الهوائية الباردة، أم العكس؟

١١. لماذا يستخدم محرك الديزل وقوداً مختلفاً عن الذي يستخدمه محرك البنزين؟

١٢. إذا زادت شدة الصوت بمقدار ٢٠ ديسبل، فكم مرة تتضاعف الطاقة التي تحملها موجات ذلك الصوت؟

ج9: سيعمل الماء على تسخين الجليد؛ لأن الطاقة

الحرارية تتدفق دوماً المادة الأسخن إلى المادة الأبرد

ج10: ستتوقع أن ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى أعلى

فوق الباردة

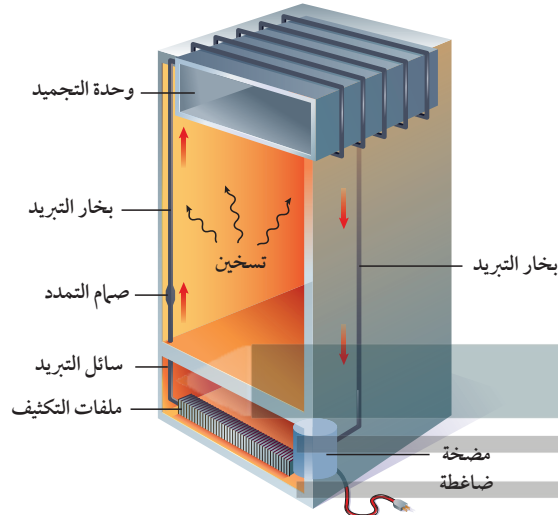
ج15: التردد = السرعة / الطول الموجي = 30000000 هرتز

ج13: للتقليل من صدی الصوت

ج16: تجمع عدسة العين الضوء على الشبكية فيسقط الضوء على الخلايا العصبية والمخروطية التي ترسل بدورها المعلومات للدماغ مما يمكنه من رؤية المشهد

ج14: الطول الموجي = السرعة / التردد  
 $3705 / 343 = 9.1$  مترا

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال ٢٤.



٢٤. يوضح الرسم أعلاه أجزاء الثلاجة وكيفية تدفق سائل التبريد خلالها. وضح كيف تنتقل الطاقة الحرارية إلى سائل التبريد داخل الثلاجة ثم تنتقل من سائل التبريد إلى الهواء خارج الثلاجة؟

١٩. يستخدم الشخص في الصورة الجرس لإحداث صوت.

صف كيف ينتج الصوت عن حركة الجرس؟

٢٠. ما الذي يحدد شدة الصوت الصادر عن حركة الجرس؟ كيف يؤثر ذلك إذا كان الصوت مرتفعاً، وإذا كان منخفضاً؟

٢١. إذا كنت تقف بجانب شجرة كبيرة فإنه يُمكنك سماع صوت شخص آخر يتحدث عند الجهة الأخرى من الشجرة. فسر لماذا تسمع صوت هذا الشخص ولكنك لا تستطيع رؤيته؟

٢٢. عرّف الحمل الحراري، ثم وضح الفرق بين الحمل الحراري الطبيعي، والحمل الحراري القسري، وأعط مثلاً على كل منهما.

٢٣. وضح السبب الذي يجعل بعض المواد موصلة جيدة للحرارة.

ج18: ينتقل الصوت في المواد أسرع كلما احتوت المادة على ذرات متقاربة أكثر وتزداد سرعة الصوت في المواد مع ارتفاع درجة الحرارة

ج17: كلا النوعين من الموجات ينتج عن الاهتزاز تنتقل الموجات الطولية بتحريك دقائق المادة إلى الأمام والخلف في اتجاه انتشارها تنتقل الموجات المستعرضة عن طريق حركة دقائق المادة في اتجاه يتعامد مع اتجاه انتشارها

ج19: ينتج عن ضرب اليدين ببعضهما سلسلة من الموجات المتضاغطة والمتخلخلة والتي تنتقل عبر الهواء

ج21: ستسمع صوته لأن الموجات الصوتية تلتف حول الشجرة بسبب الانعكاس ولن تتمكن من رؤيته لأن موجات الضوء لا تنكسر والشجرة أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء

ج20: ستكون شدة الصوت أعلى إذا صفق الشخص بيديه بقوة مما ينتج موجات صوتية ذات طاقة عالية تجعل شدة الصوت أعلى ويكون الصوت عاليًا

ج22: الحمل الحراري إحدى طرق نقل الطاقة الحرارية من خلال حركة جزيئات المادة من أحد طرفي المادة

إلى الآخر

الحمل الطبيعي يحدث عندما تدفع كتلة دافئة قليلة الكثافة من المائع إلى أعلى من قبل كتلة باردة أكبر كثافة لتحل محلها مثل نسيم البر والبحر

الحمل القسري يحدث عندما تتحرك جزيئات المادة نتيجة مؤثر غير اختلاف الكثافة أو اختلاف درجات الحرارة مسببا حركة الجزيئات ونقل الطاقة الحرارية كالمروحة داخل جهاز الحاسوب التي تسحب الهواء البارد ليلا مس المكونات الداخلية الحارة ويدفع الهواء الحار إلى الخارج

ج23: بعض المواد ومنها الفلزات لها إلكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة وحررة الحركة وتتصادم هذه

الإلكترونات مع بعضها وتؤدي هذه التصادمات إلى نقل الطاقة الحرارية من طرف إلى آخر في المادة

ج24: يجبر سائل التبريد على الحركة خلال أنبوب نحو حجرة التجميد ثم يتم تبريد سائل التبريد بإمراره خلال صمام تمدد خاص ورغم انتقال الطاقة الحرارية من حجرة حفظ الطعام إلى حجرة التجميد إلا أن سائل التبريد يمتص هذه الطاقة ويحافظ على المبرد باردا جدا

